Aus der Orthopädischen Klinik
der Universität Düsseldorf
Direktor: Prof. Dr. K.-P. Schulitz

DIE BEDEUTUNG DER LAGEVERÄNDERUNGEN DER KNIESCHEIBE BEIM KRANKHEITSBILD DER CHONDROPATHIA PATELLAE

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
Der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von
Dieter Möller

1982

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543909_0042

Aus der Orthopädischen Klinik der
Universität Düsseldorf

Direktor: Prof. Dr. K. - P. Schulitz

DIE BEDEUTUNG DER LAGEVERÄNDERUNGEN DER KNIESCHEIBE BEIM KRANKHEITSBILD DER CHONDROPATHIA PATELLAE

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

Der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf
vorgelegt von

Dieter Möller
1982

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

Der Dekan
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

gez.: Prof. Dr. med. H. T. Brüster

Referent

gez.: Prof. Dr. med. K.- P. Schulitz

Korreferent

gez.: Prof. Dr. med. B. Ulrich

Tag des Kolloquiums : 29.6.1983

Meiner Familie

GLIEDERUNG

1. Einleitung

2. Bemerkungen zur Anatomie und Funktion des patello-femoralen Gelenkes

3. Historischer Rückblick
3.1 Erstbeschreibungen der Erkrankung und Nomenklatur
3.2 Diagnose

4. Chondropathia patellae
4.1 Aufbau des Knorpels
4.2 Formale Pathogenese
4.3 Stadieneinteilung
4.4 Morphologische Veränderungen und Schmerzen bei C.p.
4.5 C.p. und Arthrose
4.6 Anamnese
4.7 Befund
4.8 Differentialdiagnose
4.9 Ätiologie
4.10 Therapie

5. Röntgendarstellungen des patello-femoralen Gleitlagers (p.f.G.)

6. Beurteilung von Röntgenaufnahmen bei C.p.

7. Methodik
7.1 Untersuchungen an Leichenknien
7.2 Der klinische Teil

8. Auswertung
8.1 Auswertung der Röntgenbilder
8.2 Statistische Auswertung

9. Ergebnisse
9.1 Ergebnisse der Untersuchungen an Leichenkniescheiben
9.2 Ergebnisse der klinischen Untersuchung

10. Diskussion
10.1 Bewertung der Ergebnisse von Anamnese und Befund
10.2 Bewertung der Ergebnisse der ap. und seitlichen Aufnahmen
10.3 Bewertung der Ergebnisse der Défilé-Aufnahmen
10.3.1 Strukturveränderungen
10.3.2 Patellatyp und C.p.
10.3.3 Tiefenindex
10.3.4 Trochleaöffnungswinkel
10.3.5 Kongruenzwinkel
10.3.6 Pat.- Tilt
10.3.7 Rotation
10.3.8 Neigung
10.3.9 Kondylendifferenz
10.4 Einfluß der Quadrizepsanspannung auf die Lage der Patella
10.5 Lageveränderungen der Pat. während der Beugung von 0° nach 90°

11. Zusammenfassung

12. Anhang

13. Literaturverzeichnis

1. EINLEITUNG

Die Chondropathia patellae, im anglo-amerikanischen Raum als Chondromalazie bezeichnet, wird definiert als schmerzhafte, retropatellare, degenerative Knorpelerkrankung, die sich langsam entwickelt und ulcusartig bis auf den subchondralen Knochen reichen kann (72). Dieses Krankheitsbild ist seit ca. 75 Jahren bekannt. Die Erstbeschreiber Büdinger (1906) und Fründ (1926) betonten schon die Häufigkeit dieser Erkrankung, fanden aber wenig Beachtung. Erst als neue Therapiemöglichkeiten beschrieben wurden (Viernstein 1969, Maquet 1974, Bandi 1977), rückte die Chondropathia patellae (C.p.) mehr ins Interesse.
Heipertz und Maronna (1975) schreiben, daß sie weit häufiger ist als bisher angenommen wird, Bandi (1977) hält sie für mindestens ebenso häufig wie Meniskusverletzungen, Ficat et al. (1979) bezeichnen sie als die häufigste Ursache des "dérangement interne" des Knies und Henche und Mitarb. (1981) sind der Meinung, daß eine C.p. bei 90% der Patienten besteht, die über Knieschmerzen klagen.

So einhellig die Auffassung über die Häufigkeit ist, so unterschiedlich ist die Beurteilung ätiologischer Faktoren. Es sind eine solche Vielzahl von endogenen und exogenen Ursachen beschrieben worden, daß der Wert und Nutzen hinsichtlich Diagnose und Therapie darunter gelitten hat. Das zeigt auch, daß das Wesen der Erkrankung noch nicht verstanden ist (1). Die hohe Diskrepanz zwischen den klinisch und röntgenologisch festgestellten Knorpelschäden und den Operationsbefunden (präoperativ werden nur ca. 20% der chondropathischen Fälle erkannt (11)) wirft Fragen auf. Sind die Untersuchungsmethoden unzureichend u./o. sind viele Kniescheiben mit Knorpeldefekten symptomlos? Wiles et al. (1956) zeigten, daß ödematöse Erweichungen bei ca. 80% der Dreißigjährigen vorhanden und ein Stadium II (siehe unten) in mehr

als der Hälfte der untersuchten Fälle nachzuweisen waren. In einer Studie an Leichenknien fand Stougard (1975) bei 77% Knorpelveränderungen. Das zahlreiche Vorhandensein von chondromalazischen Herden und das dazu relativ geringe Auftreten von Symptomen im patellofemoralen Gelenk sprechen dagegen, daß die Knorpelveränderungen allein die Symptome der C.p. hervorrufen können. Abernethy et al.(1978) und Insall (1979) sind der Meinung, daß chondromalazische Herde irrelevant für das klinische Syndrom der C.p. sind, vielmehr fand Insall häufig eine fehlerhafte Ausrichtung der Patella im fem.-patellaren Gelenk. Er machte diese zur Inkongruenz führende Veränderung verantwortlich für die Beschwerden. Anstatt des Begriffes C.p. schlägt er den des "patellar malalignment" Syndrom vor.

Inwieweit sich Lageveränderungen der Patella bei Patienten mit C.p. im Vergleich zu einer Population mit gesunden Knien nachweisen lassen, soll an Hand dieser Studie untersucht werden. Da sich die Patella nach Auffassung von Ficat et al. (1975) in einem instabilen Gleichgewicht befindet, wie ein Seiltänzer auf dem Seil, stabilisiert durch Bänder und vor allem durch Muskelzug, bestimmen diese beiden Komponenten hauptsächlich die Lage und Ausrichtung der Kniescheibe. Es ist zu erwarten, daß sich die muskulären und kapsulo-ligamentären Einflüsse besonders gut unter sog. dynamischen Funktionsaufnahmen beurteilen lassen. Das sind tangentiale Röntgenaufnahmen unter Anspannung des Quadrizeps femoris, die auf einer von Hille (1980) konstruierten Vorrichtung durchgeführt werden können. Auf diesem Gestell sind Aufnahmen von 45° bis 90° Beugung möglich. Der Bereich, in dem die Patella noch nicht von der Trochlea geleitet wird, wird von dynamischen computertomographischen Aufnahmen abgedeckt.

Diese Aufnahmen liefern nur Momentdarstellungen eines Bewegungsablaufes. Um den Bewegungsablauf der Patella während der Beugung von 30° - 90° kontinuierlich darstellen zu können, werden einige Leichenknie unter

diesen Bedingungen mit Hilfe eines Videoröntgengerätes gefilmt. Was die Auswertung der Einzelbilder der Patientenkniescheiben betrifft, so werden für die metrische Bestimmung der Rotation der Patella in frontaler Ebene und die Kippung der Kniescheibe um eine transversale Achse nach Überprüfung an Leichenknien neue Meßmethoden vorgeschlagen.

Diese dynamische Diagnostik wird durchgeführt mit dem Ziel, einerseits in pathogenetischer Hinsicht schlüssige Erklärungen zu geben und andererseits Indikationen zu therapeutischen Eingriffen zu liefern.

2. Bemerkungen zur Anatomie und Funktion des patello-femoralen Gelenkes

Die höchsten Druckbelastungen im menschlichen Körper treten im patello-femoralen Gelenk auf, das bestätigen Druckmessungen von Fürmaier (1953), Ficat (1970) und Bandi (1972). Der Bewältigung dieser Belastungen dient eine Vielzahl von Faktoren. Neben der Qualität des Materials, besonders des Knorpels, der Schmierung des Gleitweges, der nutritiven Verhältnisse spielt die Ausformung der einzelnen gelenkbildenden Teile eine wichtige Rolle.

Die Facies patellaris femoris bildet die Gleitbahn oder auch Trochlea für die Kniescheibe. Die laterale Facette ist größer und reicht weiter nach proximal als die mediale. Ihr proximales Ende geht fließend über in die suprakondyläre, femorale Metaphyse. Der kleinere, mediale Teil zeigt gelegentlich proximal einen scharfkantigen Übergang, die sog. Outerbridge ridge. Die Linea condylopatellaris medialis et lateralis trennt die Trochlea von der kondylären Tragfläche des Femur.

Die Facies articularis patellae ist queroval und wird durch einen in ungefähr kranio-kaudaler Richtung verlaufenden First (Crista patellae) in eine kleinere mediale und größere laterale Facette eingeteilt. Die letztere ist vom Gelenkspalt her gesehen durchweg konkav gekrümmt. Die mediale Facette zeigt größere anatomische Variationen. Ein medialer Knorpelfirst, der proximal der Crista patellae näher als distal und distal prominenter als proximal ist, teilt die mediale Facette in ein Paramedian- und ein Randsegment. Das Randsegment, dem Wiberg (1941) den Namen "odd facet" gab, kommt zwischen 120° und 140° Beugung mit dem medialen Kondylus in Kontakt (34, 40, 78, 81), das bedeutet große Krafteinwirkung auf kleiner Fläche. Dies

legt nahe, daß der mediale First erst nach der Geburt als Folge der Belastung ausgewalgt wird. Die Verlaufsrichtung des Firstes von proximal lateral nach distal medial entspricht dem lateralen Rand des medialen Kondylus.

Uthéza et Puget (1976) beschreiben zwei neue Firste : la crête oblique et la crête de tangage. (Abb.1)

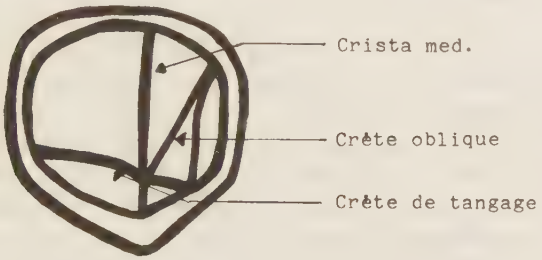


Abb.1: Retropatellare Firste
(nach Uthéza et Puget)

La Crête de tangage verläuft transversal im distalen Drittel der Patella und zwar schräg von distal medial nach proximal lateral. Diese wird auch von Reider et al.(1981) (82) beschrieben. Der Terminus soll eine Bewegungsveränderung der Patella, bedingt durch diesen First, assoziieren, der dem Stampfen eines Schiffes ähneln soll. La crête oblique geht vom Schnittpunkt der Crista patellae mit der crête de tangage aus und zieht zum proximalen Ende des med. Firstes. Diese zum Gelenkspalt hin konvexen Firste können den falschen Eindruck einer Inkongruenz der med. Facette mit der Facies patellaris femoris bzw. dem Kondylus erwecken. Vielmehr ist ein genau abgestimmter Bewegungsvorgang der Patella nötig, insbesondere eine med. Rotation (98) damit successiv alle konkaven Facetten an der Druckaufnahme und -verteilung beteiligt werden.

Die Kontaktflächen machen jeweils nur 10% - 20 % der

retropatellaren Knorpelfläche aus (34). In Streckstellung hat nur der untere Pol der Patella mit der Trochlea Kontakt (101), unter Anspannung des Quadrizeps rutscht die Patella proximalwärts auf das supratrochleare Fettpolster (41). Bei einer Patella alta erreicht der untere Pol in Abhängigkeit der Länge des Ligamentum pat. die obere Begrenzung der Trochlea bei größeren Beugegraden. Die Pat. rutscht von einer leicht lateralen Position in die Trochlea hinein (20, 28).

Bei 30° Beugung wird die crête de tangage (98) erreicht, die Kontaktfläche hat sich auf ca. 20 % der retropatellaren Knorpelfläche verdoppelt. Bei weiterer Beugung rutscht die Pat. immer mehr in die sich vertiefende Trochleagrube und wird durch sie geführt (30, 34). Bei 90° Beugung verläßt der untere Patellapol das Gleitlager. Die "odd facet" stemmt sich gegen den lateralen Rand des med. Kondylus, nach Uthéza und Puget (1976) ab 90° Beugung, nach Rau und Kauffmann (1978), Reichelt und Mitarb.(1979), Ficat und Hungerford (1977) erst ab ca. 135°. Bis ca. 60° Beugung nimmt die Kontaktfläche zu, hat dort ihr Maximum (30, 34), und nimmt dann wieder ab; nach Henche u. Mitarb. (1981), ist erst bei 90° das Maximum. Die Abnahme der Kontaktfläche bedeutet nicht höheren Druck für den Knorpel, da ab 90° Flexion die Quadrizepssehne mit der Trochlea in Kontakt kommt und einen Teil des Anpreßdruckes auf das Femur überträgt (Umwicklungseffekt, 5, 30). Bei der Beugung wandert also die Kontaktzone auf der Patella von distal nach proximal, so daß alle Knorpelareale an der Druckverteilung mitwirken; das bedeutet größtmögliche Schonung des Gewebes.

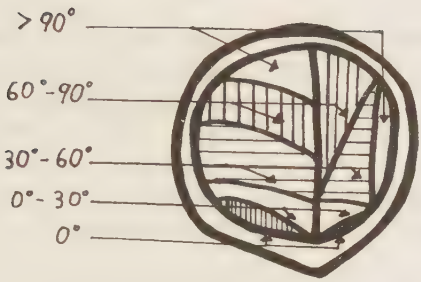


Abb.2 : Retropatellare Kontaktzonen während der Beugung im Kniegelenk (nach Uthéza et Puget)

Damit die unterschiedlichen Facetten der medialen Seite ausreichend in Kontakt mit der Facies patellaris femoris kommen, ist eine komplexe Bewegung der Patella notwendig (70, 98). In Ruhestellung und Streckung verläuft das Ligamentum pat. von unten lateral nach oben medial, die Verlängerung dieser Strecke teilt den Quadrizeps in zwei ungleiche Teile, wobei die überwiegende Muskelmasse lateral liegt (53). Der Winkel zwischen Zugrichtung des Quadrizeps und Richtung des Ligamentum pat. wird auch als Q-Winkel bezeichnet. Anspannung des Quadrizeps bewirkt eine proximale und laterale Bewegung der Pat.. Mit beginnender Beugung rotiert die Tuberositas tibiae nach med. als Rückdrehung der Schlußrotation mit Abnahme des Q-Winkels und Abnahme der Größe des nach lateral gerichteten Vektors. Die Pat. wird von der lateralen Seite in die Trochlea gezogen. Ab 30° Beugung folgt sie der Incisura intercondyloidea, die schräg nach unten außen gerichtet ist. Es kommt so zu einer Schwenkung der Pat. nach außen, deren Drehpunkt die Tuberositas tibiae bildet. Diese Bewegung ist mit einer med. Rotation der Pat. um eine Achse, die senkrecht auf der Patellamitte steht, verbunden (98). Bei maximaler Beugung verläuft die Sehnenzugrichtung des Lig. pat. von oben außen nach unten innen wie die Femurschaftachse. Durch diese Reduktion des Q-Winkels wird die nach lat. ziehende Kraft verringert. Die Bewegung läßt sich wie folgt zusammenfassen :

in der Frontalebene bewegt sich die Patella in einer leichten Kurve, deren Konkavität nach lateral zeigt (20). Goodfellow et al.(1976) (28) beschreiben sie als ein nach lateral offenes "C". In der Sagittalebene folgt sie der Form der Kondylen; die Kurve ist etwas stärker betont, weil die Patella in den letzten Graden der Beugung in die Fossa intercondylaris rutscht.

Für diesen präzisen Bewegungsablauf sind viele Faktoren notwendig, dynamische und statische, zu den letzteren zählen ossäre und kapsulo-ligamentäre Faktoren, zu den ersteren Muskelsehneneinheiten und deren Aponeurosen (23). Nach Mansat et al.(1977) spielen ossäre Faktoren eine untergeordnete Rolle, sie sind eher eine Folge der Druckeinwirkung. Villinger (1976) hält die Stabilität der Pat. für ein dynamisch - funktionelles Phänomen und nicht für ein anatomisch - morphologisches. In einer multiplen Regressionsanalyse mit den Wiberg-Typen als abhängige Variablen konnten Reider et al.(1981) (82) zeigen, daß die Breite des lateralen patello-femoralen Ligaments, die Dicke der Patella, der Einstrahlungswinkel des Vastus med. und die Höhe des Patellastandes statistisch signifikante Korrelation zum Patellatyp haben. Dies unterstreicht die Auffassung, daß die morphologischen Variationen der Kniescheibe Ausdruck der Kräfte sind, die auf sie einwirken. Will man Diagnostik im frühen Stadium betreiben, so sollten die dynamischen Faktoren im Vordergrund stehen.

Medial bildet eine Kapselverdichtung eine straffe Schicht, welche an den oberen zwei Drittel des hinteren Teils des med. Randes der Patella ansetzt, das Retinaculum pat. med., das von der Pat. zum Epikondylus femoris führt und die laterale Exkursion der Pat. begrenzt; distal davon am unteren Drittel des med. Randes der Pat. setzt das Ligamentum menisco-patellare an. Lateral sind in der tiefen Schicht die gleichen Strukturen wie medial vorhanden, nur daß das menisco-pat. Band stärker entwickelt ist. Zusätzlich verläuft in der äußeren Schicht der Tractus ilio-tibialis. Die

Hauptrolle zur Sicherung des pat. Bewegungsablaufes spielt der Quadrizeps und seine Retinacula (24). Da eine essentielle Bedingung für gute Kongruenz im patello-femoralen Gleitlager (p.f.G.) eine med. Rotation der Kniescheibe ist (98), kommt dem Vastus med. eine zentrale Bedeutung zu. Smillie sagt (zit. nach Lieb u. Perry 1971), der Vastus med. sei der Schlüssel zum Knie.
Am Vastus med. läßt sich eine lange, vertikale und distal kurze, schräge Komponente abgrenzen (65, 82). Bei Streckung verlaufen die unteren Fasern im Winkel von 50° - 55° auf die obere innere Kante der Pat. zu. Bei Beugung werden sie durch den medialen Kondylus umgelenkt, so daß sie fast horizontal verlaufen (98). Der oberflächliche Anteil der Fasern strahlt in die Aponeurosis musculi vastorum ein und soll unter anderem verantwortlich sein für eine med. Rotation der Pat., d.h., die Apex patellae wird nach innen gezogen (70, 98). Der profunde Teil befestigt sich direkt am inneren Rand der Pat. und sichert die Pat. gegen Lateralisation. In das oberflächliche Blatt der Aponeurose strahlt der Sartorius ein, der sich so an der Rotationssicherung beteiligt. An der Aponeurosis musculi vastorum lassen sich noch direkte Fasern unterscheiden, die in den Rand der Patella bzw. in das Ligamentum pat. einstrahlen und die Oberfläche der Retinacula pat. kreuzen, und kreuzende Fasern, die über die Vorderfläche der Pat. und des Ligamentums pat. an der kontralateralen Vastussehne inserieren (23).

Für die wirksam werdende Kraft eines Muskels ist nicht nur der Ansatz und die Verlaufsrichtung der Muskelfasern entscheidend, sondern auch der Ursprung. Vier Ursprungsgebiete des Vastus med. lassen sich abgrenzen: zwei knöcherne und zwei bindegewebige. Distale Abschnitte des Vastus med., besonders der Vastus med. obliquus entspringen an der Membrana vasto-adductoria und an der Ansatzsehne des Musculus adductor magnus. Die Membrana vasto-adductoria fungiert als Zwischensehne zwischen den ventralen Fasern des M. adductor magnus

und distalen Fasern des M. vastus med.. Die funktionelle Einheit bezeichnet Kiesselbach (1955) als vasto-adduktoriale Muskelschlinge, die für die med. Sicherung der Pat. wichtig ist. Gibt bei einer Kontraktion des Vastus med. der Ursprung an der Membrana vasto-adductoria nach, so verliert sie wirksame Kraft und kann die Sicherung nicht voll erfüllen. Umgekehrt wirkt sich eine Atrophie oder Schwäche der Kontraktion des V.med., wie sie beim Krankheitsbild der C.p. anzutreffen ist, auf die Funktion des M. adductor magnus aus (anziehend, streckend und einwärts rollend). Das kann zu einer vermehrten Außenrotation des Femur führen mit allen nachteiligen Folgen für die Sicherung der Pat. gegen Lateralisation.

Kiesselbach (1956) konnte an anatomischen Präparaten nachweisen, daß die nach lateral gerichtete Komponente 3,3 mal größer ist als die nach med. gerichtete. Der Ort, an dem diese Kraft angreift, ist natürlich für die Wirksamkeit wichtig. Je tiefer der V.med. an der Kniescheibe ansetzt, desto besser ist sein Wirkungsgrad in Hinsicht auf Sicherung der Pat. nach med.. Kochs (1979) zeigte, daß nicht nur bei höherem Muskelansatz vermehrt chondropathische Veränderungen auftraten, sondern wies eine positive Korrelation nach zwischen Höhe des Ansatzes und Grad der Chondropathie.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß sich die Pat. in einem instabilen Gleichgewicht befindet, deren Stabilität ein Phänomen der muskulo-ligamentären Koordination ist. In Streckstellung überwiegt die nach lateral ziehende Kraftkomponente. Durch Lateralverschiebung der Pat. und Innenrotation der Tuberositas tibiae wird der Q-Winkel verkleinert, so daß bei stärkerer Beugung, wenn die höchsten Kräfte wirksam sind, die Sehnenzugrichtung des Ligamentum pat. mit der Richtung des Femurschaftes zusammenfällt und damit die nach lateral ziehende Kraft ihr Minimum hat. Die Distal- und Lateralverschiebung der Pat. verkleinert relativ stärker den Fiederungswinkel der lateral gelegenen Fasern (lateral

in Bezug auf die Sehnenzugrichtung) und führt zu einer verstärkten Vordehnung der med. Fasern, was eine bessere Kontraktilität zur Folge hat. Diese Mechanismen schützen die Pat. gegen laterale Dislokalisation.

3. Historischer Rückblick

3.1 Erstbeschreibungen der Erkrankung und der Nomenklatur

Schmerzen, Schwellungen, Schwäche im Gelenk, sowie Gehunsicherheiten und rezidivierende Ergüsse waren seit alters her Beschwerden, mit denen sich der Arzt auseinandersetzen mußte. Gelegentlich waren und sind die Therapien, seien es konservative oder chirurgische, nicht von Erfolg, weil die causa morbi nicht beseitigt wurde. "Dérangement interne", "chronisches Reizknie", "Kniebinnenstörung" sind Wahrzeichen unserer Hilflosigkeit bezüglich der Diagnose und Pathologie einer großen Zahl von Gelenkserkrankungen, schreibt Büdinger (1908). Er war der erste, der die Chondropathia patellae beschrieb und zwar als Risse und Zerklüftungen des Gelenkknorpels. Er konnte damit einem Teil der Fälle, die unter dem unbestimmten Begriff "dérangement interne" liefen, eine greifbare pathologische Veränderung zuordnen. Ausgangspunkt für Büdingers Forschungen war die Fragestellung nach der Entstehung und Entwicklung der Gelenkmaus bzw. des Arthrophyten und nach der begleitenden oder verursachenden Arthritis. Daß ihm die Knorpelveränderungen auffielen, schreibt er dem Umstand zu, daß er die Arthrotomie nicht lege artis durchführte, mit Incision auf die fixierte Gelenkmaus unter möglichst kleiner Eröffnung des Gelenkes, sondern, daß er das Gelenk nach Langenbeck mit gebogenem Schnitt weit eröffnete. Nach Kippung der Patella und maximaler Beugung des Gelenkes war so fast die gesamte retropatellare Knorpelfläche zu übersehen. So diagnostizierte er die Risse und Zerklüftungen des patellaren Knorpels und stellte sie als die häufigsten Befunde bei traumatischen Läsionen des Kniegelenkes dar. Sekundäre Veränderungen des traumatisch affizierten Gebietes beschrieb er als ödematöse Schwellungen mit Vortreten der Partie gegen das Gelenkinnere, Erweichung des Knorpels und Verlust seines Glanzes.

Läwen (1925), der 17 Jahre später die Anregungen von Büdinger aufnahm, bezeichnete das Krankheitsbild als fissurale Knorpeldegeneration. Bei der Frage, ob die Synovitis primär oder sekundär entstanden sei, verwandte er den Begriff der Chondromalazie. Diesen hatte er von König (1925) übernommen, der ihn in einer Diskussion über Läwens Vortrag prägte. Aleman (1928) versicherte, daß er den Namen Chondromalacia posttraumatica patellae in seinen Krankengeschichten seit dem Jahre 1918 benutzt hatte.. Das wurde von Karlson (1940), der eine Nachuntersuchung an der von Aleman geführten Klinik in Stockholm machte, bestätigt. Fründ (1926) schlug den Namen Chondropathie der Patella vor und definierte ihn als nicht entzündliche Nekrose des Knorpels, die in den meisten Fällen posttraumatisch entstanden war. Damit sind die Anfänge der Nomenklatur kurz beschrieben. Im angelsächsischen Raum setzte sich der Name Chondromalacia patellae durch, wohingegen bei uns Chondropathia patellae (C.p.) gebräuchlich wurde. Im Folgenden werde ich den Begriff Chondropathia patellae verwenden, weil er umfassender das Krankheitsbild der degenerativen Knorpelerkrankung beschreibt. Er beinhaltet das Hauptsymptom, das Leiden, die Schmerzen, wohingegen der Begriff Chondromalazie nur ein pathologisch anatomisches Phänomen darstellt.

3.2 Diagnose

Büdinger (1908) hielt die klinische Diagnose für unmöglich. Läwen (1925) pflichtete ihm teilweise bei : eine sichere Diagnose wäre nur durch die Arthrotomie möglich. Er gab aber einige Symptome an, die auf das Krankheitsbild der C.p. hinweisen könnten : Unsicherheit im Kniegelenk, Reiben der Patella bei seitlicher Verschiebung, Gelenkerguß, Muskelatrophien, Verdickung des Hoffaschen Fettkörpers. Die Hypertrophie des Corpus adiposum infrapatellare wurde von ihm nicht als eigenes Krankheitsbild angesehen, wie Hoffa es tat, sondern zurückgeführt

auf den Reizzustand der Synovialis bei C.p.. Fründ (1926) gab ein Symptom an, welches im frühen Stadium die Diagnosestellung erlauben sollte : "Beklopft man bei gestrecktem Knie die Pat., so hat der Patient keinerlei Beschwerden, beugt man das Knie bis zum rechten Winkel und klopft dann auf die Patella, so gibt der Kranke deutliche, manchmal lebhafte Schmerzen an".

Aleman (1928) meint, daß die Krepitation, wenn sie auf das Gebiet der Rückseite der Pat. begrenzt ist, pathognomonisch für die C.p. sei. Quadrizepsatrophie fand er häufig vor. Die Neigung des Gelenkes, sich zu sperren, kann die Diagnose erschweren. Es muß das Krankheitsbild der Osteochondritis dissecans bzw. der Meniskusverletzung ausgeschlossen werden. Röntgenologisch waren nur Veränderungen bei beginnender Arthritis deformans festzustellen. Die Haglundsche Exkavation, eine Eindellung der hinteren Kortikalis der Pat. mit tiefer liegenden Verdichtungen der Spongiosa auf Profilaufnahmen, beurteilt er nicht, sondern verweist auf weitere Untersuchungen zur endgültigen Wertung.

Silfverskiöld (1938) beschreibt die retropatellare Krepitation und Synovitis als wichtige Symptome. In einem Diskussionsbeitrag im Anschluß an Silfverskiölds Vortrag hält Sundt eine sichere Diagnose nur intraoperativ und histologisch für möglich.

Karlson (1940) bestätigt Aleman in dem Punkt, daß die Krepitation unter der Pat. pathognomonisch für die C.p. sei. Die Umkehrung soll nicht gelten. C.p. kommt auch ohne nachweisbares Knorpelreiben vor.

Zohlen (1942) fordert, daß die Diagnose klinisch zu stellen sei. Zu dem Zeichen, das nach ihm benannt ist: "Am locker gestreckt liegenden Bein läßt man die Kniescheibe gegen einen behutsamen Druck der Fingergabel am oberen Rand anspannen, wobei Reiben und Schmerzen wahrgenommen werden können", sagt er selber, daß dies wenig zur Diagnose beiträgt. Viel charakteristischer

ist nach seiner Meinung das Knorpelknirschen beim Querschub, wobei die Knorpellamellen sich aufstellen, da er vorwiegend Längsfissuren fand. Nicht selten sei nach Zohlens Erfahrung die Patellaspitze am empfindlichsten.

Rezidivierender Hydrops, Schwellung des Hoffaschen Fettkörpers, Verdickung der an der Pat. ansetzenden fibrösen Kapsel, Schmerzen beim Aufrichten aus der Hocke, Schmerzen bei längerem Sitzen, bei sportlicher Tätigkeit, plötzliches Nachgeben im Gelenk und Gehunsicherheiten sind Symptome bzw. Befunde, die von vielen Autoren bei C.p. angegeben werden.

4. Chondropathia patellae

4.1 Aufbau des Knorpels

Die C.p. ist eine degenerative Erkrankung des retropatellaren Knorpels. Kollagen, Knorpelzellen und die weitgehend amorphe Grundsubstanz bilden die drei Bausteine des hyalinen Knorpels. Die Interzellularsubstanz gewährleistet die spezifischen Eigenschaften und Funktionen des Knorpels durch ein reibungsarmes Gleiten der Gelenkflächen gegeneinander, durch die Verformbarkeit und, damit verbunden, großflächige Druckverteilung und durch die Widerstandsfähigkeit gegen plötzliche Gewalteinwirkung. Dies wurde schon 1743 von William Hunter beschrieben ("Of the Structure and Diseases of Articulating Cartilages", zit. nach Bullough 1980 in Lit.verz. 76).

Die Matrix enthält 10% - 15% Proteoglykane, 10% - 15% Kollagen und 70% - 80% Wasser. Die Proteoglykane bestehen aus einem Herz, das von der Hyaluronsäure gebildet wird. An dieser hängen Proteinseitenketten, die begrenzt werden von Mucopolysacchariden, hauptsächlich Chondroitin-4-sulfat, Chondroitinsulfonat und Keratansulfat. Die fixierte negative Ladung dieser Polysaccharidsulfate ist für die Diffusion der Elektrolyte wichtig. Die Hauptaufgabe liegt in der Ausbildung eines hohen onkotischen Druckes, der den Gewebsturgor bestimmt. Die Glykosaminglykane haben eine Halbwertzeit von mehreren Tagen bis wenigen Monaten und müssen von den Knorpelzellen neu synthetisiert werden. Ebenso wie die Glykosaminglykane wird das Kollagen, besser das Tropokollagen, in den Chondrozyten gebildet. Im Knorpel ist nur der Typ II des Kollagens vorhanden; der ist charakterisiert durch 3 Alpha-1-Ketten, die schraubenförmig zu einer Helix zusammengefügt werden. Die Halbwertzeit liegt im Bereich von mehreren Monaten. Die Aufgabe des Kollagens ist es, Zugspannungen aufzunehmen. Der Verlauf der Fasern steht dazu in engem

Bezug. Die Fasern verlaufen nah der Gelenkoberfläche tangential, biegen in schrägem Verlauf in das Knorpelgewebe und treffen senkrecht auf die Zone des calcifizierten Knorpels (5). Die Chondrozyten sind entsprechend den Fasern angeordnet, an der Oberfläche mit ihrem Längsdurchmesser schräg zur Gelenkfläche, dann mehr in säulenförmiger Anordnung zum subchondralen Knochen hin.

Nehmen wir eine Dreiteilung des Gelenkknorpels an, wie sie neben Ficat (1977) elektronenmikroskopisch auch von Meachim, Weiss, Inoue, Wolf, Mankin (zitiert nach Ficat) gesehen wurde, so läßt sich die äußere Schicht dadurch charakterisieren, daß sie acellulär ist und die Mikrofibrillen (ø 40-120 Å) parallel zur Oberfläche angeordnet sind. In der mittleren Schicht verlaufen sie in einem dreidimensionalen Netz mit unterschiedlicher Orientierung, die Zellen sind abgerundet oder oval. Sie enthält eine hohe Konzentration an Proteoglykanen. In der dritten, profunden Schicht verlaufen die Mikrofibrillen (ø 800 Å) senkrecht zur Oberfläche. Am Übergang zum Knochen liegt noch eine basale calzifizierte Zone.

4.2 Formale Pathogenese

Lindners Auffassung, hyaliner Gelenkknorpel reagiere auf heterogene Schädigungen in uniformer Weise, bestätigt sich hier. Die Läsionen, seien sie bedingt durch Hyper- oder Hypopression, nutritive Störungen u./o. enzymatische Lysis schädigen Chondrozyten, Matrix und Kollagenfasern. Die Fragmente, besonders die alterierte Proteoglykanfraktion, erhöhen den onkotischen Druck, was den intrachondralen Wassergehalt vermehrt. Es kommt zur ödematösen Verdickung und Desorganisation der Fibrillen mit nachfolgender Funktionseinschränkung. Die mechanische Widerstandsfähigkeit des betroffenen Areals ist herabgesetzt. Weitere Beanspruchung führt zu weiterem Verschleiß und zur Zerstörung von Knorpelzellen. Zellgebundene Enzyme werden freigesetzt, z. B.

Katepsin-D, die die Knorpelmatrix abbauen können. Abbauprodukte induzieren in der Gelenkkapsel eine Entzündung und nachfolgend Schmerzen. Diese Synovialitis mit Ödembildung verlängert die Diffusionsstrecke. Die Trophik nimmt ab, weitere Chondrozyten gehen zugrunde. Leukozyten wandern ein, deren proteolytischen Enzyme den Prozeß der Destruktion noch beschleunigen. Kollagenfibrillen, die von proteolytischen Enzymen der Chondrozyten bei physiologischem pH-Wert nicht angegriffen werden, werden durch Kollagenasen aus Granulozyten geschädigt. Die Kollagenfasern können ihre Funktion nicht mehr erfüllen und reißen, die Chondrozyten werden in Folge des erhöhten Druckes zermalmt und die Proteoglykane enzymatisch geschädigt. Somit ist ein Circulus vitiosus entstanden, der so weit fortschreiten kann, daß der gesamte Knorpel zerstört wird, so daß der subchondrale Knochen freiliegt. Dieser Prozeß kann aus bisher unbekannten Gründen unterbrochen werden und in Heilung übergehen.

4.3 Stadieneinteilung

Makroskopisch lassen sich leicht drei Stadien der C.p. abgrenzen :

1. Stadium

In diesem Stadium weist der retropatellare Knorpel an umschriebener Stelle eine matte, gelblichgrau verfärbte Knorpeloberfläche auf, die mit einem stumpfen Instrument leicht eingedrückt werden kann. Die Elastizität ist vermindert.

2. Stadium

Die C.p. im 2. Stadium ist gekenn-

zeichnet durch die Eröffnung der Oberfläche. Die meist längsgestellten Risse und Fissuren führen zu Lamellen- und Schuppenbildung; sie reichen aber noch nicht bis zur subchondralen Corticalis.

3. Stadium

Bei diesem Stadium reichen die Spaltbildungen bis auf den Knochen, der teilweise freiliegt. Die Ausbildung von Osteophyten kennzeichnet den Übergang zur Arthrose.

Outerbridge unterscheidet vier Stadien, wobei er das Stadium II unterteilt in Knorpeldefekte bis zu 1,3 cm Durchmesser und über 1,3 cm.

4.4 Morphologische Veränderungen und Schmerzen bei C.p.

Das Phänomen Schmerzen im patello-femoralen Gelenk des Adolescenten wird allgemein unter dem Krankheitsbild der C.p. eingeordnet (31). Davon ausgehend und aus der Klinikerfahrung, daß der Begriff der C.p. auch für vage und unspezifische Knieschmerzen mißbraucht wird, äußert Ficat (1979) den Verdacht, daß der Begriff der C.p. den des "dérangement interne" abgelöst hat. Die Unklarheit über das Wesen der Erkrankung wird dadurch noch verstärkt, daß chondromalazische Veränderungen ohne Symptome einhergehen können und Knie mit retropatellaren Schmerzen arthroskopisch normale Knorpeloberflächen zeigen können (44). Wiles et al.(1956) zeigten, daß ödematöse Erweichung bei ca. 80 % der Dreißigjährigen vorhanden waren und ein Stadium II in mehr als der Hälfte der untersuchten Population nachgewiesen werden konnte. Stougard (1975) fand in

einer Studie an Leichenknien in 77 % Knorpelveränderungen, und zwar war gewöhnlich die mediale Facette betroffen. Das zahlreiche Vorhandensein der Knorpelveränderungen und das dazu relativ geringe Auftreten der chronischen Symptome im p.f.G. sprechen dagegen, daß die Chondromalazie primär oder sekundär allein für die persistierenden Schmerzen verantwortlich sein kann.

Goodfellow et al.(1976) (29) versuchten diese Diskrepanz zu überbrücken, indem sie zwei unterschiedliche Läsionen beschrieben : eine oberflächliche Degeneration und eine basale. Die erstere fanden sie vorwiegend auf der odd facet. Ebensolche Veränderungen können das Ellenbogen- und Hüftgelenk befallen, immer an solchen Stellen, die gewöhnlich keinen Kontakt haben. Die odd facet kommt in Kontakt, wenn die Funktion der Pat. auf ein Minimum reduziert ist (30), zum einen durch den Umwicklungseffekt der Quadrizepssehne (S.6), zum anderen durch die funktionelle Höhenminderung der Pat., wenn sie in die Fossa intercondyloidea rutscht. Nach Goodfellow et al. spricht nichts dafür, daß die oberflächliche Veränderung patello-femorale Schmerzen hervorruft, solange sie auf das Areal der odd facet beschränkt bleibt. Sie vermuten, daß diese Erkrankung nicht ohne Langzeitwirkung ist, vielleicht ist sie die Vorläuferin der Arthrose. Für die basale Degeneration ist typisch, daß sie zuerst mittlere und tiefe Schichten des Knorpels befällt, die Oberfläche wird erst im späteren Stadium involviert. Nach Goodfellows Ansicht ruft diese Erkrankung persistierende Schmerzen hervor, charakteristischer Weise ist davon das Adolescentenalter betroffen. Excision der erkrankten Knorpelteile bringt Schmerzfreiheit. Meistens ist der First betroffen, der die mediale Facette von der odd facet trennt.

Über die Entstehung der Schmerzen gibt es unterschiedliche Auffassungen. Wie allgemein bekannt ist, besitzt hyaliner Gelenkknorpel keine Schmerzfasern. Der subchondrale Knochen und die Tunica synovialis sind reich-

lich mit Schmerzfasern ausgestattet. Knorpeldetritus und enzymatische Prozesse, z.B. Kathepsine, reizen die Gelenkinnenhaut und führen zur schmerzhaften Synovialitis villosa chondrodetritica (5, 38). Im Stadium I kann dieser Mechanismus keine Rolle spielen, auch wird eine Synovialitis nicht regelmäßig bei retropatellären Schmerzen gefunden. Bleibt als Quelle der Schmerzen nur der subchondrale Knochen. Der alterierte Knorpel führt zu einer functio laesa und zwar dergestalt, daß die Druckverteilung auf den subchondralen Knochen gestört ist (5, 29, 31, 44). Dies führt zu intraossären Hypertensionen, diskutiert werden auch Mikrofrakturen. Dazu ist anzumerken, daß nach Gruber (1979) bei einigen Patienten mit C.p. eine höhere Aufnahme von Technetium-99 in der Patella zu finden ist.

Abernethy et al.(1978) und Insall (1979) sind der Meinung, daß chondromalazische Herde irrelevant für das klinische Syndrom der C.p. sind. Die Knorpelveränderungen, wie sie unter der Arthroskopie diagnostiziert werden können, scheinen nicht das entscheidende Merkmal für die C.p. zu sein, vielmehr fand Insall (1979) bei den meisten jungen Menschen mit retropatellaren Schmerzen eine fehlerhafte Ausrichtung der Pat., die zur Inkongruenz führt und nach seiner Meinung verantwortlich ist für den Knieschmerz. Anstatt des Begriffes der C.p. schlägt er "patellar malalignment" Syndrom vor. Ob wirklich Ausrichtungsstörungen der Kniescheibe bei einem unausgewählten Kollektiv von Patienten mit chondropathischen Beschwerden der orthopädischen Ambulanz der Universität Düsseldorf im Vergleich zu einem gesunden Kollektiv die herausragende Rolle spielen, soll mit dieser Studie untersucht werden.

4.5 C.p. und Arthrose

Die C.p. wurde früher als die Vorläuferin der Arthrose angesehen. Zum einen scheinen arthrotische Veränderungen nicht zwangsläufig zu Schmerzen zu führen, Glimet et al.(1980) wiesen in 70 % schmerzloser Knie von Menschen

über 65 Jahren Osteophyten nach, zum anderen gibt es keine Längsschnittuntersuchung, die bestätigt, daß die Arthrose der C.p. folgt. Karlson (1940) fand in einer Langzeituntersuchung, daß nur in ca. 10% der C.p. Patienten sich eine Arthrose entwickelte mit Erguß, Bewegungseinschränkung und röntgenologischen Zeichen wie Osteophyten, Verschmälerung des Gelenkspaltes. Lund u. Telhag (1978) fanden, daß einige Faktoren wie: der Gehalt an Nukleinsäuren, Zelldichte, die Syntheserate von DNA geringer und die RNA-Synthese eine höhere Rate haben bei C.p. im Vergleich zur Arthrose. Crosby (zit. nach Insall 1976) zeigt in einer Längsschnittuntersuchung, daß die Arthrose der C.p. gehäuft folgt nach chirurgischer Behandlung. Die Lokalisation ist auch unterschiedlich. Die frühesten Läsionen bei C.p. treten auf der med. Facette oder dem medianen First auf, wohingegen die pat.- fem. Arthrose im allgemeinen lateral auftritt (62). Nach Insall (1979) spielen auch die anatomischen Abnormitäten, wie der vergrößerte Q-Winkel, Pat alta u.a., die bei jungen Patienten mit C.p. wesentlich häufiger vorkommen als bei älteren Patienten mit Arthrose, eher für zwei unterschiedliche Krankheiten als für unterschiedliche Grade derselben Krankheit. Zusammenfassend kann man sagen, daß es zur Zeit wenig Hinweise dafür gibt, daß die Arthrose der C.p. folgt (29, 31, 43, 62).

4.6 Anamnese

Die Diagnose der C.p. wird überwiegend klinisch gestellt, durch sorgfältig erhobene Anamnese und Anwendung bestimmter Untersuchungstechniken. In der Anamnese sind Frakturen der Pat. mit Stufenbildung, oder Frakturen des Femur- u./o. des Tibiaschaftes mit Rotationsfehlstellungen selten. Das Auftreten der retropatellaren Schmerzen kann in Zusammenhang mit einem Trauma stehen, mit und ohne nachfolgendem Erguß. Nach einem freien Intervall von ca. 3-4 Monaten treten die Beschwerden typischerweise auf (38). Setzen die Be-

schwerden sofort nach dem Unfall ein, so handelt es sich sehr wahrscheinlich um die Dekompensation einer latenten C.p. (48). Die echte traumatische Dislokation der Pat. ist ein dramatisches Ereignis und kommt relativ selten vor. Die rezidivierende Luxation, die in der Schlußstreckung des Kniegelenkes aus der Beugung auftritt, und die habituelle Luxation, die gewohnheitsmäßig bei jeder Kniebeugung zwischen 20^{o}-50^{o} Beugung auftritt und sich zwischen 90^{o} - 100^{o} spontan reponiert (Rütt 1972,1975, zit. nach Janssen), sind etwas häufiger. Rezidivierende Ergüsse in der Anamnese der C.p. sind eher selten (29, 31), sie werden als Hinweis auf ein arthrotisches Geschehen angesehen.

Im Vordergrund der Beschwerden der Patienten mit C.p. stehen retropatellare Schmerzen beim Treppenauf- und absteigen, beim in die Hocke gehen (dynamisches Hyperpressionszeichen), bei längerem Sitzen mit gebeugtem Knie, the movie sign, (statisches Hyperpressionszeichen) (11, 29, 43, 84, 100). Das statische Hyperpressionszeichen wird von Mau (1980) als beinahe pathognomonisch angesehen. Plötzliches Nachgeben im Kniegelenk, vielleicht in Folge der Lateralisationstendenz der lockeren Pat. (72), und Pseudoblockierungen in Folge reflektorischer Spasmen werden von vielen Autoren beschrieben. Die zeitliche Zuordnung vom Auftreten der Knieschmerzen zu Belastungen, z.B. Trainingsprogrammen, läßt grobe Rückschlüsse auf die Dauer der Erkrankung zu. Zu Beginn der Erkrankung treten sie zum Beispiel ca. eine Stunde nach dem Training auf, bei weiterem Fortschreiten wird das Training selbst behindert und später sind selbst alltägliche Belastungen schmerzhaft.

4.7 Befund

- Inspektion

Inspektorisch zeigt sich in einigen Fällen eine Atrophie des Vastus med., Hypertrophie des Hoffaschen Fettkörpers, eine Valgität, ein spitzes Knie (Pat. alta) und

der sog. Kniebohrergang.

- Palpation

Die Crepitatio pat. wird als ein frühes Zeichen der C.p. angesehen, wobei die Intensität des Befundes nicht mit der Stärke der Schmerzen korreliert. Die Palpation der Patellafacetten wie auch das Fründsche Zeichen: Auslösen von Schmerzen bei Perkussion des rechtwinklig gebeugten Knies, sind häufig schmerzhaft. Das Patellaspitzensyndrom, auch "jumpers knee" genannt, ist eine Insertionstendopathie der Patellasehne, die einhergeht mit Druckschmerz im Bereich der Apex pat. und Funktionsschmerzen beim Strecken des Knies gegen Widerstand (58). In der Sportmedizin wird es auch der Tennisellenbogen des Kniegelenkes genannt (79). Hier ist nur das sekundäre Patellaspitzensyndrom gemeint, das zusammen mit Veränderungen p.f.G. auftritt. Bei Spitzensportlern ist dies relativ häufig vorhanden (90).

- Funktionsprüfungen

Über das Zeichen von Zohlen (Kapitel 3.3) gehen die Meinungen auseinander. Villinger 1976) sieht es als pathognomonisch für die C.p. an. Insall (1976), Roggartz (1980) u.a. auch der Namensgeber selber, wie oben erwähnt, halten dieses Zeichen für unsicher, da häufig durch Einklemmung der Tunica synovialis auch beim gesunden Knie Schmerz ausgelöst werden kann. Das von Bandi (1972) beschriebene Aufstehphänomen mit rekliniertem Oberkörper gehört in die Gruppe der dynamischen Hyperpressionsschmerzen, ebenso wie der Schmerz beim Strecken des Knies gegen Widerstand und gleichzeitigem Druck auf die Pat.. Diese Untersuchungen werden häufig wegen Schmerzen abgelehnt (84).

4.8 Differentialdiagnose

Die Abgrenzung der C.p. gegenüber anderen Erkrankungen des Kniegelenkes ist nicht immer einfach, zumal sie häufig Folgezustand oder Zweitkrankheit sein kann. Zu berücksichtigen ist hier die Bursitis der verschie-

denen Lokalisation wie präpatellar, retropatellar, des Pes anserinus usw., eine generalisierte Synovitis, rheumatoide und infektiöse Arthritis, Hämophilie, Osteochondritis dissecans, Meniskus- und Bandläsionen. Werden über Schmerzen im Bereich des med. Gelenkspaltes geklagt, kann die Unterscheidung von C.p. und med. Meniskusläsion recht schwierig sein, weil einerseits die Lokalisation der Schmerzen bei beiden Erkrankungen vorkommt, andererseits beim Korbhenkelriß des Meniskus die typischen Meniskuszeichen wie Steinmann I u. II, Böhlersches und Payrsches Zeichen fehlen können. Die Osteochondritis dissecans läßt sich palpatorisch und röntgenologisch von der C.p. unterscheiden. Die Auffassung, daß die C.p. und Osteochondritis diss. nur verschiedene Grade der gleichen Erkrankung seien, kann nicht mehr geteilt werden. Die Osteochondritis diss. kommt vorwiegend an den Femurkondylen vor, zum anderen ist der subchondrale Knochen primär mitbeteiligt.

4.9 Ätiologie

Zahlreiche Erklärungsversuche sind unternommen worden, um die Destruktion des Gelenkknorpels zu erklären. Die Vielzahl der Faktoren läßt sich einteilen in exogene und endogene Ursachen (77) und solche, die zu Malalignment führen.

- exogene Ursachen

Zuerst stand die traumatische Genese der C.p. ganz im Vordergrund (3, 13, 25, 49, 87 u.a.). Heute wird dem direkten Trauma (Schlag, Prellung) und dem indirekten Trauma (unkoordinierte heftige Abwehrbewegung, z.B. beim Sturz, oder posttraumatische Ausfälle, z.B. Lähmungen) nur noch von einigen Autoren ein breiter Raum eingeräumt (20, 24, 43, 89). Distorsion und Kontusion spielen dabei die Hauptrolle. Tritt ein Hämarthros auf, so sind die pathologischen Veränderungen nach Immobilisation wesentlich größer als ohne diese (18). Meniskus- und Bandläsionen, Gelenkfrakturen mit Stufenbildung stören die Gelenkmechanik. Die traumatischen

Patellaluxationen führen zur Abscherung, Impression gegebenenfalls zu osteochondralen Frakturen.

- endogene Ursachen

Seit Wiberg werden Formvarianten der Pat. als prädisponierende Faktoren für Druckverteilungsstörungen angesehen. Als dysplastisch werden Wiberg Typ III, Baumgartl Typ IV, Pat. magna, parva und partita bezeichnet (72, 77, 85, 89). Dysplasien der Femurkondylen, Hypoplasie der med. Femurrolle, Rotationsfehlstellungen des Femur gehören auch in diese Gruppe. Eine med. Stufe (Outerbridge ridge) wird von einigen Autoren angegeben (20, 72, 89). Die Pat. alta wird häufig als ätiologisch relevant in Bezug auf die C.p. angesehen (26). Die Bedeutung der Haglundschen Exkavation ist umstritten. Die Auffassungen reichen von einem sicheren Symptom der retropatellaren Knorpelerweichung (26) über eine Spielvariante der Natur bis zur völligen Ablehnung einer pathologischen Bedeutung. Individuell verminderte Belastungstoleranz kann bei normaler Beanspruchung zum Knorpelschaden führen. Hormonelle Dysregulationen können über osteoporotische Veränderungen infolge Biegungsunterschiede zu C.p. führen (1, 75).

Zur Bewertung der endogenen und exogenen Faktoren läßt sich Paar (1978) zitieren. Er ist der Meinung, daß in der Mehrzahl der Fälle die C.p. durch endogene Faktoren hervorgerufen wird. Franke (1980) bestätigt das, indem er in 84 % der untersuchten Fälle eine anatomische Disposition fand.

- Malalignment

Insall (1979) hält die fehlerhafte Ausrichtung der Pat. für einen entscheidenden Faktor bei der Entstehung der C.p.. Bei Fehlstellungen der Pat. wie Sub.- und Luxationen ist die C.p. gut nachgewiesen. Uthéza et Puget (1977) halten die med. Rotation der Kniescheibe bei Beugung im Kniegelenk für eine essentielle Bedingung für gute Kongruenz im p.f.G..

4.10 Therapie

A) Konservative Therapie

Übereinstimmung herrscht in der Forderung, daß zunächst über einen längeren Zeitraum konservative Behandlungsmethoden angewandt werden sollen. Die konservative Therapie läßt sich einteilen in :

- Verbesserung der Statik
- Physikalische Therapie
- Medikamentöse Therapie
- Trainingsprogramme und orthopädische Hilfsmittel

- Verbesserung der Statik

Da Anpreßdrucke im retropatellaren Gelenk bis zum 7-fachen des Körpergewichtes auftreten, können durch Reduzierung des Körpergewichtes diese Drucke erheblich gesenkt werden. Dies gilt besonders für den übergewichtigen Patienten. Bei X- und O-Beinstellungen kann die Statik durch keilförmige Erhöhung des Schuhinnen- oder -außenrandes verbessert werden. Statisch umlagernde Schuhe, mit sehr flachem Absatz und deutlich verdickter Sohle, sollen bei erhöhtem Anpreßdruck in ca. 70% der Fälle zur Besserung bzw. zum Verschwinden der Beschwerden führen (Pförringer, 47. Vortrag auf der Jahrestagung der Vereinigung Südd. Orthop., Baden-Baden, 1979).

- Physikalische Therapie

Bewährte Maßnahmen der physikalischen Therapie sind: Wärmeanwendungen : Fango, Moor, Paraffin; Kälteanwendungen bei akuten Reizzuständen, Kurzwellenbestrahlung und Jontophorese. Zurückhaltung sollte bei Röntgenbestrahlung zur Ausschaltung von Schmerzrezeptoren geübt werden.

- Medikamentöse Therapie

Die medikamentöse Therapie mit Analgetika und Antirheumatika soll nicht nur eine symptomatische Therapie sein. Die Salicylsäure soll das Enzym Kathepsin hemmen und das Fortschreiten der Degeneration stoppen. Die Knorpelschutztherapie mit intraartikulären Injektionen von Dona 200^{R} (Glucosaminsalze und Anästhetikum), Arteparon^{R} (Mucopolysaccharide) liefert einerseits Bausteine für das Chondroitinsulfat und soll andererseits Synovialenzyme hemmen. Glucokortikoide sind kontraindiziert. Mau (1980) glaubt unter der Knorpelschutztherapie und physikalischen Therapie Besserungen gesehen zu haben. Henche (1976) lehnt die Injektionsbehandlung wegen mangelnden Erfolges ab.

- Trainingsprogramme und orthopädische Hilfsmittel

Die Übungsprogramme mit isometrischen und isokinetischen Übungen sollen überwiegend der Aufschulung des Vastus med. dienen. Sie werden in den letzten 30° Streckung durchgeführt. Beugungen darüber hinaus können den Anpreßdruck im f.p.G. so erhöhen, daß eine Exazerbation der Beschwerden häufige Folge ist (31). Janssen (1978) weist auch auf eine Kräftigung der Hüftab- und adduktoren hin. Wie im Kapitel 2 erwähnt, bilden diese Muskeln die vasto-adduktoriale bzw. vasto-gluteale Muskelschlinge, eine funktionelle Einheit mit den entsprechenden Quadrizepsanteilen. Für leichtere Verlaufsformen der C.p., wobei das Wohlbefinden eingeschränkt ist, aber eine Operation nicht gerechtfertigt erscheint, entwickelte Levine (1979) ein infrapatellares, elastisches Band und hatte in 77 % Erfolg.

B) Chirurgische Therapie

Offensichtliche Störung des Gelenkmechanismus, Achsen- oder Rotationsfehlstellungen und erfolglose konservative Therapie bedürfen der chirurgischen Behandlung (100). Nach Gruber (1979) ist die konservative Therapie gescheitert, wenn nach drei Monaten keine Besserung, innerhalb eines Monats eine Verschlechterung oder die

Symptome in immer kleineren Intervallen auftreten. Die Art der Op. hängt von der Ätiologie und dem Schweregrad der Erkrankung ab. Es lassen sich folgende Operationsarten unterscheiden :

- Op. zur Normalisierung des Gleitweges
- Op. zur Verbesserung der Gleitfläche
- Op. zur Reduzierung des retropat. Druckes
- die Patellektomie
- der prothetische Ersatz

- Op. zur Normalisierung des Gleitweges

Die Zahl der Op. ist auf ca. 140 angewachsen (Cotta, zit. nach Hejgaard 1980). Die meisten verfolgen die Ziele : Verringerung des Q-Winkels, Entlastung der lateralen Bänder und Raffung der med. Kapsel. Erwähnt sei hier nur die med. Fesselung der Pat. nach Ali Krogius, die Medialisierung der Tuberositas tibiae nach Hauser, am wachsenden Skelett die Op. nach Golthwait. Die Op. nach Hauser kann einerseits zur med. Hyperpression führen (30), wenn sie zu weit durchgeführt wird, andererseits zur generellen Drucksteigerung im p.f.G. infolge des sog. negativen Bandi-Effektes, da eine Medialisierung gleichzeitig eine Rückverlagerung der Tuberositas tib. bedeutet (43). Bei Rotationsstörungen der Pat. bietet sich u.a. die Op. nach Uthéza an. Ein Zentimeter med. vom inneren Rand der Pat. wird die Haut in einem nach außen konkaven Schnitt eröffnet. Nach Längsincision der Aponeurosis femoris erscheint distal des Vastus med. die sog. Rotationsaponeurose, die gebildet wird von Fasern des Vastus internus, des M. sartorius und dem med. Retinaculum. Sie wird bis hinein in die Synovialis z-förmig eröffnet (Abb.3). Die so gebildeten Dreiecke werden ausgetauscht und vernäht. Durch dieses Manöver wird der Vastus med. um ca. 1 - 1,5 cm distal verlagert, die distalen Fasern verlaufen etwas schräger und es tritt eine deutliche Innenrotation der Pat. auf.

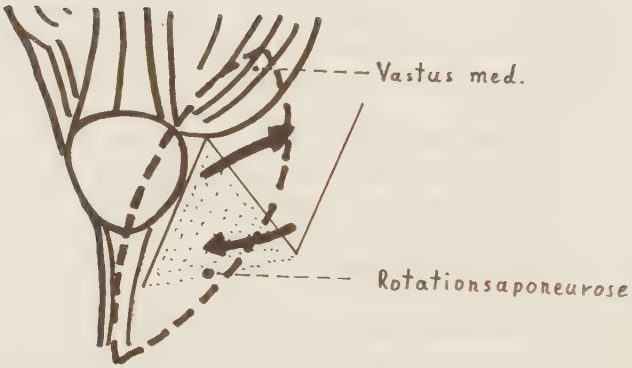


Abb.3 : Z - Plastik nach Uthéza et Puget (1977)

Bei lateraler Hyperpression wurde von Viernstein die laterale Einkerbung empfohlen. Ficat reseziert darüberhinaus einen ca. 1 cm breiten Streifen. Dysplasien des Gleitlagers und der Pat. stellen Kontraindikationen dar.
Die Pat. alta kann nach Roux behandelt werden mit Distalverlagerung der Tuberositas tibiae. Diese Methode ist aber etwas ungünstiger als die Op. von Gronefeld wegen der Rückverlagerung der Tub. tib. (neg. Bandieffekt). Gronefeld trennt den Ansatz des Ligamentum pat. an der Patellaspitze zusammen mit einem Knochenteil ab und reinseriert es proximal an der Pat (zit. nach Jungmichel 1980).

- Op. zur Verbesserung der Gleitfläche
Goodfellow et al. (1976) (29) ziehen der Abrasio pat. die lokale Excision von destruiertem Knorpel vor. Das oberflächliche Shaving liefert zwar eine glatte Oberfläche, verändert aber die Oberflächenkontur und damit das Patellaspiel. Lund u. Nilsson (1980) fanden heraus, daß sich die Resultate der Op. nicht verändern, ob

mit oder ohne Abrasio. Knorpelfreie Flächen sollen mit der Bohrung nach Priedie oder mit breitbasiger Eröffnung als sog. Spongiolisation nach Ficat behandelt werden. Bei der Gelenktoilette werden knorpelige und knöcherne Vorsprünge entfernt, dazu rechnet auch die Outerbridge Stufe. Patelladysplasien mit fehlendem med. Kontakt können durch eine sagittale Längsspaltung der Kniescheibe und Einfügung eines Knochenspans (Morscher, zit. nach Mau 1980) oder Interposition der Bursa praepatellaris (Goymann, zit.nach Rüter 1976) behandelt werden. Gesicherte Langzeituntersuchungen der Unterfütterung der Pat. mit Faszie, Kutis oder Fettlappen stehen noch aus.

- Op. zur Reduzierung des retropatellaren Druckes
Die Ventralisierung der Tuberositas tib. nach Bandi und die obere Tibiaosteotomie nach Maquet mit Vorverlagerung des distalen Fragments führen durch eine Verlängerung des Hebelarmes des Sreckapparates zur Verringerung des Anpreßdruckes.

- die Patellektomie
Die Patellektomie sollte nicht nur aus kosmetischen Gründen sondern wegen der einschneidenden Verschlechterung der Gelenkmechanik (26) sehr zurückhaltend angewandt werden.

- der prothetische Ersatz
Alloplastischer Ersatz der Pat. kommt bei C.p. so gut wie nie in Betracht. Mc Keever (zit. nach Rüter 1976) entwickelte eine Prothese aus Vitallium, diese ist heute als HDP-Patella aus Kunststoff im Handel.

5. Röntgendarstellungen des patellofemoralen Gelenkes

Schon der erste Beschreiber der C.p., Büdinger, versuchte, objektivierbare Hinweise für das Vorliegen von patellaren Knorpelrissen zu bekommen, indem er bei entsprechenden Patienten Radioskopien anfertigen ließ. Keine geringeren als Kienböck und Holzknecht führten sie durch, aber es brachte keinen Aufschluß über die Erkrankung. Einsicht ins p.f.G. mit Ansicht der patellaren Rückfläche liefern Aufnahmen, die tangential zur Kniescheibe geschossen werden.

Settegast, 1921, war der erste, der die axiale Röntgenaufnahmetechnik vorstellte. Der Patient liegt auf dem Bauch mit stark angewinkeltem Knie (Beugung ca. 120°-130°). Der Zentralstrahl trifft senkrecht auf die Kassette. (zit. nach Wiberg 1941)

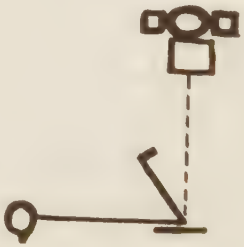


Abb.4: Rö. nach Settegast

Jaroschy modifizierte seine Technik nach Hughston. Der Zentralstrahl trifft die Kassette unter einem Winkel von 45°. (zit. nach Merchant 1974)

Abb.5: Rö. nach Jaroschy

Knutsson 1941 schießt die Aufnahmen von kranial nach kaudal bei 45° Beugung des Knies. Wiberg benutzte die Methode von Knutsson bei seinen Untersuchungen.

Abb.6: Rö. nach Knutsson

Fürmaier 1952 röntgt beide Knie gleichzeitig, die Kassette ruht auf der Tibia. Die Röntgenröhre ist wie bei den Aufnahmen von Knutsson neben dem Kopf postiert.

Abb.7: Rö. nach Fürmaier

Brattström 1964 beschreibt eine genaue aber komplizierte Röntgentechnik, die für die routinemäßige, klinische Anwendung wohl zu aufwendig war. (zit. nach Merchant 1974)

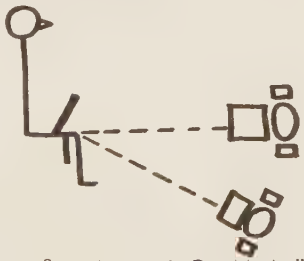


Abb.8: Rö. nach Brattström

Ficat 1970 röntgt wie Brattström das Gleitlager von kaudal nach kranial. Der Patient hält die Kassette auf dem Oberschenkel fest. Der Unterschenkel wird ca. 10° aus dem Strahlengang herausgeklappt.

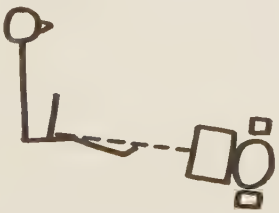


Abb.9: Rö. nach Ficat

Merchant u. Mitarb. 1974 lagern den Unterschenkel auf eine Platte, die am Ende des Röntgentisches befestigt ist. Das Knie ist 45° gebeugt, der Strahlengang geht von kranial nach kaudal.

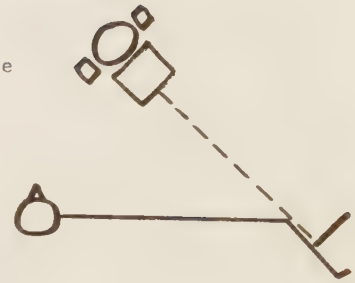


Abb.10: Rö. nach Merchant u. Mitarb.

Maldague u. Malghem 1976 röntgen die Pat. seitlich im sog. "faux profil". Dabei werden die Kontaktflächen zwischen Pat. und dem Femur dargestellt. (zit. nach Rau u. Kauffmann)

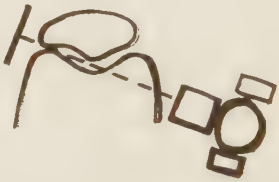


Abb.11: Rö. nach Maldague u. Malghem

Laurin et al. 1979 schreiben, daß sie das p.f.G. bei exakt 20° Beugung röntgen. Der Röntgenstrahl verläuft parallel zur Tibiakante von distal nach proximal.

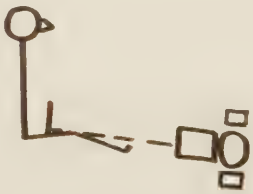


Abb.12: Rö. nach Laurin et al.

Toft 1979 stellt eine einfache Untersuchungsmethode vor, die der realistischen Beanspruchung recht nahe kommt. Der Patient steht auf dem Bein, das untersucht werden soll, in leichter Beugestellung. Der Strahlengang ist vertikal.

Abb.13: Rö. nach Toft

Sikorski 1979 untersucht das p.f.G. unter Anspannung des M. quadrizeps. Der Strahlengang geht von kaudal nach kranial. Die Knie werden gegeneinander gepreßt.

Abb.14: Rö. nach Sikorski

Bewertung

Nachteile der Röntgentechnik von Settegast sind folgende : bei Einschränkung der Beugefähigkeit können diese Aufnahmen nicht durchgeführt werden, zum anderen liegt die Pat. bei so starker Beugung tief in der Fossa interkondylaris, ein wichtiger funktioneller Teil des p.f.G. ist nicht zu sehen. Bei Jaroschy erschweren Projektionsfehler wegen des schräg auftreffenden Zentralstrahls die Beurteilung der Röntgenaufnahmen. Platzprobleme für die Röntgenröhre mit dem Kollimator, die neben dem Kopf des Pat. bzw. auf dem Thorax postiert werden müssen, sollen bei der Technik nach Knutsson auftreten. Fürmaier röntgt beide Knie gleichzeitig und kontrolliert so als erster die Rotation durch Aneinanderpressen der Beine. Brattströms Technik ist in der Klinik nicht anwendbar. Bei Ficat und Laurin muß die Möglichkeit bestehen, die Röhre unter die Tischebene

zu senken. Die Betrachtung der Pat.im "faux profil" nach Maldague u. Malghem setzte sich bei uns nicht durch, sie soll die Diagnose einer C.p. nicht erleichtern (78). Bei der einfachen Anordnung nach Toft ist sicher die Standardisierung eingeschränkt und damit die Reproduzierbarkeit. Verzerrungen treten bei Sikorski auf, weil der Zentralstrahl nicht senkrecht auf die Kassette trifft.

In letzter Zeit wurden eine Reihe von Lagerungsgeräten vorgestellt : Hepp und Hassenpflug (1979) und Janssen (1979) (in Funktionelle Diagnostik in der Orthop., Morscher, E.; Enke 1979), Kölbel u. Mitarb. (1979) und Bernau (1981). Vom Übertischmodell (Kölbel) über Fußwinkelgerät zur Rotationskontrolle des Unterschenkels (Janssen) bis zum Tübinger Lagerungsgerät (Bernau) dienen alle Geräte der Standardisierung der Aufnahmetechnik des p.f.G.. All diesen Darstellungen ist gemeinsam, daß sie ohne Anspannung des M. quadrizeps femoris röntgen.

Bernageau et al.(1975) praktizieren die Technik der axialen Röntgenaufnahme mit angespanntem Quadrizeps bei 30° Beugung seit 1970. Sie stellten sie im Mai 72 à la Société de Radiologie vor. In einer Studie von 144 Knien konnte er an einigen zeigen, daß erst die Défilé-Aufnahmen unter Anspannung des Quadrizeps eine pathologische Lage der Pat. enthüllen, bzw. daß eine vorher bestehende Subluxation rezentriert wird.

6. Beurteilung von Röntgenaufnahmen bei C.p.

Zur radiologischen Diagnostik der C.p. stehen zur Zeit folgende Verfahren zur Verfügung :

I. Nativverfahren

1) Standardaufnahmen
   a) im sagittalen Strahlengang
   b) im lateralen „
2) Spezialaufnahmen
   a) axiale oder tangentiale Aufn.
   b) Schrägaufnahmen (faux profil)
   c) Tunnelaufnahmen
   d) Zielaufnahmen
3) Tomographie

II. Arthrographie

III. Szintigraphie

IV. Computertomographie

Im Folgenden werden Standard-, Spezial- und Computertomographieaufnahmen besprochen und gezeigt, welche Veränderungen bei C.p. auftreten können, bzw. welche Strukturen zur C.p. prädisponieren.

1) Standardaufnahmen

- im sagittalen Strahlengang

Im anterioposterioren Strahlengang projiziert sich die Pat. auf das distale Femur. Es können bei richtiger Belichtung Frakturen, eine Pat. partita und qualitativ ein Patellahoch- oder -tiefstand und Medial- oder Lateralisation beurteilt werden. Zur Messung des Q-Winkels reicht der Ausschnitt meistens nicht aus.

- im lateralen Strahlengang

Im lateralen Strahlengang können Abweichungen der Pat. in vertikaler Richtung quantitativ bestimmt werden. Schulthess (1899) (zit. nach Ahlbäck u. Mattsson 1978) prägte den Begriff Patella alta. Die Unterscheidung in Pat. alta vera und Pat. alta spuria (10), je nachdem ob eine wirkliche oder relative Verlängerung des Ligamentum pat. vorliegt, hat keine praktische Bedeutung (26). Nach Fürmaier (1952) ist der Patellahochstand ein wichtiges Verdachtsmoment auf das Vorliegen einer retropatellaren Knorpelschädigung.

Die Bestimmung der Patellahöhe ist nicht einheitlich. Boon und Itt (zit. nach Blumensaat 1938) geben mit Hilfe eines geometrischen Systems einen Lageindex für die verschiedenen Beugegrade an, den sie auf Grund von 200 lateralen Röntgenaufnahmen des Kniegelenkes bestimmt haben. Blumensaat (1938) verlängert eine vorgegebene, verdichtete Linie, die auf der lateralen Röntgenaufnahme im Kondylenmassiv zu sehen ist. Sie hat als morphologisches Äquivalent das Dach der Fossa intercondylaris (Blumensaatsche Linie). In 30° Beugestellung des Knies soll die Spitze der normal postierten Pat. diese Verlängerung berühren. Insall u. Salvati (1971) fanden, daß die normal postierte Pat. höher steht. Jacobsen u. Bertheussen (1974) geben ein Intervall von 7-29 mm über der Blumensaatschen Linie an; 95 % eines Kollektivs von 100 gesunden Knien lagen in diesem Intervall. Hohe Abhängigkeit vom Beugungsgrad des Knies, 5° - 10° Beugung verändern den Abstand drastisch, machen diese Methode für die Klinik untauglich. Insall und Salvati beschreiben eine Methode, bei der der Quotient aus Länge des Ligamentum pat., gemessen vom Ursprung am unteren Pol der Pat. bis zu ihrer Insertion an der Tuberositas tib., und dem größten diagonalen Durchmesser der Pat. gebildet wird. Die Beugung soll 20° - 70° betragen, so daß das Ligamentum gespannt ist.

Insall : $\frac{LT}{LP}$

Mittelwert = 1,02
Standardabweichung = 0,13

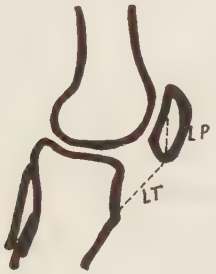


Abb.15: Patellahöhenbestimmung nach Insall u. Salvati

Jacobson u. Bertheussen fanden, daß 95 % der normalen Knie im Intervall 0,9 - 1,3 liegen. Somit läßt sich eine Pat. baja definieren durch den Quotienten kleiner 0,9 und eine Pat. alta größer 1,3. Es wird noch ein Patellahöhenwinkel beschrieben, aber er bietet keinerlei Vorteile gegenüber dem beschriebenen Verfahren.

Desweiteren läßt sich im seitlichen Strahlengang eine Strukturveränderung beschreiben, eine Delle mit sklerosiertem Boden. Haglund (1926) beschrieb sie als Folge einer hinteren Patellakontusion, und stellte sie als röntgenologisches Zeichen der C.p. dar. Diese Deutung ist nicht allgemein anerkannt. Bandi (1977) wertet sie als Zeichen der sagittalen Hyperpression, wohingegen Hassenpflug u. Hertel (1980), Langlotz u. Zollinger (1980) u.a. die Haglundsche Exkavation durchweg ebenso häufig bei gesunden wie bei kranken Knien fanden.

Am Übergang von der femoralen Metaphyse zum medialen Kondylus beschreibt Outerbridge eine scharfkantige

Stufe, die er für chondropathische Veränderungen auf der med. Facette der Patella verantwortlich macht. Baumgartl (1964) sieht die knöcherne Ausziehung an der Patellaspitze als Ausgleichsbestrebung des Organismus bei Überbelastung an, z.B. die Pat. alta.

2) Spezialaufnahmen

- im axialen Strahlengang

Auf axialen Aufnahmen kann das p.f.G. in Bezug auf Struktur, Form und Lageverhältnisse beurteilt werden.

a) Struktur

Strukturveränderungen der Pat. zeigen sich bei C.p. als subchondrale Sklerosierung besonders der lateralen Facette (Ficat : SHPE), Lateralisation der Spongiosatrabekel (100) als Zeichen verstärkter lateraler Druckaufnahme (4, 21), Demineralisation der med. Facette als Zeichen der Hypopression (21), diffuse Osteoporose als Zeichen der Inaktivitätsatrophie (5) und Konturunterbrechungen und Auflockerungen im Bereich der Insertion der Quadrizepssehne (92), deren Ursache noch nicht genau erkannt ist.

b) Form

Die Beurteilung der Form der Pat. erfolgt üblicherweise nach Wiberg :

Wiberg I : die Crista pat. liegt in der Mitte zwischen med. und lateraler Facette

Wiberg II:

die med. Facette ist kleiner als die laterale

Wiberg III: die Crista pat. erreicht fast die med. Begrenzung

Nähere Angaben über den Abschnitt der Crista pat., der gemeint ist, werden nicht gemacht. Einige Sonderformen werden noch unterschieden, wie Kieselpatella ("en galet" Ficat), Jägerhut oder Dreikantpatella. Eine Einteilung nach Winkelgraden, wie sie Ficat vornimmt, ist erst dann sinnvoll, wenn eindeutige Referenzpunkte angegeben werden.

Zur Beurteilung der Kongruenz muß auch die Form des pat. Gleitlagers beschrieben werden. Dies geschieht mit Hilfe des Trochleaöffnungswinkels (Abb.16). Die höchsten Punkte des lateralen und medialen Kondylus werden mit dem tiefsten Punkt im Sulcus intercondylaris verbunden. Diese beiden Strecken bilden die Schenkel des Trochleaöffnungswinkels. Nach Brattström (1964) soll er bei Gesunden 142° betragen, nach Merchant (1974) $138^{\circ} \pm 6^{\circ}$. Nach Ficat u. Hungerford (1977) zeigt ein Winkel über 143° eine Dysplasie der Trochlea an.

Abb.16: Trochleaöffnungswinkel

c) Lageverhältnisse

- Lageveränderungen der Pat. in seitlicher Richtung

Diese wurden schon von Galenus beschrieben, das ist zu ersehen aus seinen Angaben über einen Verband zur Zurückhaltung der eingerichteten Kniescheibe (zit. nach Blumensaat 1938). Die Pat. ist zentriert, wenn der First senkrecht über dem tiefsten Punkt des Sulcus trochlearis steht (20). Bei Rotationsfehlstellungen des Beines ergeben sich falsche Ergebnisse. Eine Methode, die unabhängig von einer horizontalen Referenzlinie und frei von Rotationsartefakten ist, stellt Merchant (1974) vor (Abb.17) : Der Trochleaöffnungswinkel wird halbiert, diese Winkelhalbierende O dient als Referenzlinie. Der tiefste Punkt des Sulcus intercondylaris wird mit dem tiefsten Punkt der Crista pat. verbunden und verlängert. Der Winkel zwischen diesen beiden Linien ist der Kongruenzwinkel A. Der Mittelwert von 200 normalen Knien liegt nach Merchant bei -6° mit einer Standardabweichung (STD) von 11°. Minus bedeutet med. der Winkelhalbierenden.

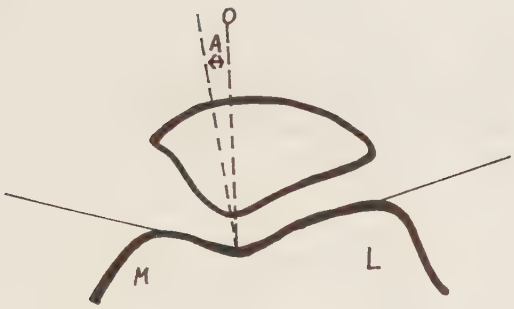


Abb.17: Kongruenzwinkel nach Merchant (1974)
(Beschreibung im Text)

Laurin et al.(1979) beschreiben ein anderes Verfahren zur Bestimmung von seitlichen Lageabweichungen der Pat.. Sie errichten auf der Tangente zu den Femurkondylen die Senkrechte auf der Spitze des med. Kondylus. Der Abstand der Senkrechten zur med. Begrenzung der Pat. wird bestimmt. Nach Laurin et al. befindet sich bei 97 % der normalen Knie der med. Rand der Pat. medial der Senkrechten.

- Lageveränderungen der Pat. in transversaler Ebene

Die patellare Kippung (patellar tilt) ist eine Lageveränderung der Pat. in transversaler Ebene. Zur quantitativen Beschreibung wird der Winkel zwischen dem maximalen transversalen Durchmesser der Pat. und der Horizontalen gemessen (86) (Abb.18). Um Rotationsartefakte zu vermeiden, zieht Delgado (1980) die Tangente der Femurkondylen als Referenzlinie heran.

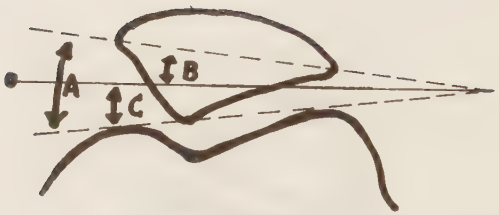


Abb.18: die patellare Kippung nach Delgado = A (1980)
B = pat. Kippung; C = Kondylendifferenz
O = Horizontale; t = Tangente zu den Femurkondylen; v = Verlängerung des maximalen transversalen Durchmessers der Pat.

Laurin et al.(1979) definieren den lat. patellofemoralen Winkel zur Beschreibung der Kippung. Der Winkel, dessen Schenkel einerseits die Verbindungslinie der Gipfel der Femurkondylen, andererseits die Verbindungslinie der Enden der lat. Facette sind, ist bei normalen Knien nach lat. offen. Die Knie mit C.p. lassen sich nach Laurin et al. hiermit nicht abgrenzen, weil sie in 90 % dieser Fälle auch einen nach lateral offenen Winkel fanden. Ein feineres Maß für Veränderungen in der transversalen Ebene soll der patellofemorale Index darstellen. Laurin et al. fanden, daß dieser Quotient aus der Dicke des med. p.f. Zwischenraumes und der des lateralen bei gesunden Knien kleiner oder gleich 1,6 ist, bei Knien mit C.p. größer als 1,6. Die patellare Rückfläche muß genau tangential getroffen werden und die Winkeleinstellung von 20° muß eingehalten werden.

- Lageveränderungen der Pat.in frontaler Ebene

Die patellare Rotation ist eine Lageveränderung in frontaler Ebene. Übereinkunftsgemäß wird eine Drehung der Apex pat. nach med. als med. Rotation bezeichnet.

Uthéza u. Puget (1976) deuten das Auftauchen eines Schattens unter der med. Facette als qualitatives Zeichen einer med. Rotation. Ein quantitatives Verfahren stellen Sikorski et al. vor. Sie benutzen den Patellaindex von Brattström (Abb.19), Quotient aus der Strecke der lat. Facette zur medialen. Sie deuten die Zunahme des Quotienten als laterale Rotation.

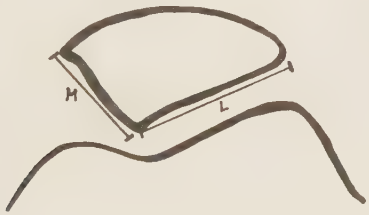


Abb.19 : Patellaindex nach Brattström : L / M
M = Strecke der med. Facette
L = Strecke der lat. Facette

7. Methodik

In der vorliegenden Studie wurden Untersuchungen an Leichenknien und klinische Untersuchungen durchgeführt.

7.1 Untersuchungen an Leichenknien

An Leichenknien wurden folgende Untersuchungen gemacht:

- tangentiale Röntgenaufnahmen
- computertomographische Aufnahmen
- Videoröntgenaufnahmen

7.2 Der klinische Teil

Der klinische Teil bestand aus :

- Zusammenstellung der Daten aus Anamnese und Befund
- Auswertung von Standardröntgenaufnahmen des Kniegelenkes (ap. und seitlich)
- Auswertung von tangentialen Funktionsaufnahmen in 45° Beugung mit und ohne Anspannung (m.A. u. o.A.) des Quadrizeps, in 60° u. 90° Beugung m.A. des Quadrizeps
- Auswertung von dynamischen computertomographischen Aufnahmen in 0° und 30° Beugung jeweils mit und ohne Anspannung des Quadrizeps

zu 7.1 Untersuchung an Leichenknien

Die Auswertung der Défilé-Aufnahmen stieß auf einige Probleme. Es ließen sich häufig keine genauen Bezugspunkte definieren, röntgenologisch dargestellte Strukturen mußten erst der Morphologie der Patella zugeordnet werden. Dazu wurden Röntgenaufnahmen von 10 Leichenkniescheiben angefertigt. Jeweils in die Apex und Basis, in die med. und lat. Begrenzung der Pat. wurden Schrauben unterschiedlicher Kopfform bzw. Länge eingebohrt.

Zur Wiedererkennung von Strukturen wurden Nadeln verwandt. Die so präparierten Pat. wurden in Birko^{R}-Schaum eingebettet und im tangentialen Strahlengang bei 0^{o}, 10^{o} und 20^{o} lat. und med. Rotation bzw. 10^{o} Neigung der Apex pat. nach unten und oben geröntgt.
Abstand : Film-Fokus 105cm, Patella-Kassette 25cm
Einstellung des Schaltpultes : 55 kV, 11 mas

Der Facettenwinkel (Abb.21) der Apex und Basis wird sowohl röntgenologisch als auch direkt an der Patella gemessen. Der Quotient der lat. und med. Facettenbreite (Patellaindex, Abb.19) bei den verschiedenen Rotationseinstellungen wird berechnet. Es werden Kriterien für die Unterscheidung von Apex und Basis aufgestellt, so daß deren horizontalen (Rotation) wie vertikalen Abstände (Neigung) gemessen werden können. Computertomographisch wird bei den verschiedenen Rotationen der Patellaindex bestimmt.

Diese Aufnahmen lieferten nur Momentdarstellungen, während Videoaufnahmen den gesamten Bewegungsablauf während der Beugung zeigten. Diese konnten mit freundlicher Unterstützung von Dr. Teschner im tierexperimentellen Institut der Universität Düsseldorf an Leichenknien durchgeführt werden. Die Pat. wurde an Apex und Basis durch unterschiedlich große Schrauben markiert, in die Tuberositas tibiae wurde ein Stab eingebohrt, der sich mit auf die tangentialen Aufnahmen projizierte. Zuerst wurde der Unterschenkel fixiert und das Femur gebeugt unter Anspannung des Vastus lat., med. oder der Quadrizepssehne, dann wurde der Oberschenkel fixiert. Zur Auswertung wurden 1 oder 3 Aufnahmen pro Sekunde geschossen. Die Röntgeneinheit war ein C-Bogen mit Gamma-Kamera, Bildwandler und Aufzeichengerät; Einstellung des Schaltpultes: 55kV, 8 mas, mit Lupe 55 kV, 16 mas.

zu 7.2 Der klinische Teil

Die klinische Studie umfaßte ein Kollektiv von 220

Kniegelenken (gesamte Population), darunter befanden sich 164 Patientenknie,. 56 Knie dienten als Kontrollgruppe. Die Kontrollgruppe bestand aus Bundeswehrsoldaten, die anamnestisch und klinisch keine Kniebeschwerden hatten. Von den 164 Patientenknien wurde bei 119 Knien die C.p. diagnostiziert (siehe unten), die restlichen 45 Knie waren klinisch gesund. Da immer beide Knie geröntgt wurden, wurden auch von diesen Knien Aufnahmen gemacht und ausgewertet.

Die Diagnose wurde überwiegend aufgrund der Anamnese und der klinischen Untersuchung gestellt, bei 23 Knien lagen arthroskopische Befunde vor. Folgende Daten zur Anamnese und der klinischen Untersuchung wurden den Krankenblättern entnommen.

- Anamnese

Allgemeine Daten zur Person :
Name, Vorname, Geburtsdatum

Anamnese :

- Frakturen der Patella, des Femurs u./o. des Tibiaschaftes;
- direkte Kontusionen der Pat. mit und ohne nachfolgendem Erguß, mit sofort einsetzenden oder nach freiem Intervall beginnenden Beschwerden;
- einmalige oder rezidivierende Luxationen;
- rezidivierende Ergüsse ohne und nach Belastung;
- statisches Hyperpressionszeichen (signe du cinéma, movie sign) : Schmerzen hinter der Patella bei längerem Sitzen mit gebeugtem Knie,
- dynamisches Hyperpressionszeichen : Schmerzen beim Treppenauf- und absteigen;
- Giving way Syndrom : plötzliches Nachgeben im Kniegelenk;
- Blockierungen im Kniegelenk;
- Schmerzen nach, während und ohne besondere

Belastungen;
- Operationen im Kniebereich;

- Befund

Der Befund wurde durch Inspektion, Palpation und durch Funktionsprüfungen erhoben :

Inspektion:

- Hypertrophie des Hoffaschen Fettkörpers
- Muskelatrophie des Vastus medialis
- Achsenfehlstellung (Valgität)

Palpation:

- Crepitatio patellae
- Druckdolenz der Patellafacetten (Palpationsschmerz)
- Verschiebeschmerz der Pat.
- Zeichen nach Fründ
- Druckschmerz an der Patellaspitze
- hochgradige Verschieblichkeit und laxe Bandführung
- Kniegelenkerguß

Funktionsprüfung:

- Zeichen nach Zohlen
- Schmerz beim Strecken des Knies gegen Widerstand und gleichzeitigem Druck auf die Pat.
- Funktionseinschränkung
- Meniskuszeichen
- Bänderzeichen

sonstige Befunde:

- Arthroskopiebefunde

Die Arthroskopiebefunde wurden in 5 Gruppen eingeteilt: Kniescheiben bei denen keine pathologischen Befunde erhoben werden konnten, Pat. mit C.p. I^{o} bis III^{o} und arthrotische Veränderungen.

Differentialdiagnostisch wurde geprüft auf :
Meniskuszeichen und Bänderzeichen.

- Röntgendarstellungen

Die ap., seitlichen und tangentialen Aufnahmen sind in der Röntgenabteilung der orthopädischen Klinik, die ct. Aufnahmen in der Röntgenabteilung der 1. Medizinischen Klinik (Direktor Prof. Dr. med. Jungblut) der Universität Düsseldorf erstellt worden.

140 Patientenknie (bei 24 Knien wurden nur ct. Aufnahmen gemacht) wurden im ap., seitlichen und tangentialen Strahlengang und 108 computertomographisch geröntgt, wie oben beschrieben.
Bei den 56 Knien der Kontrollgruppe wurden nur tangentiale Funktionsaufnahmen gemacht.

Die tangentialen Funktionsaufnahmen wurden auf einem Gestell geschossen, das reproduzierbare Einstellungen ermöglicht. Hille stellte diese Konstruktion in seinem Vortrag auf der 28. Jahrestagung der Vereinigung Südd. Orthopäden in Baden- Baden 1980 vor.

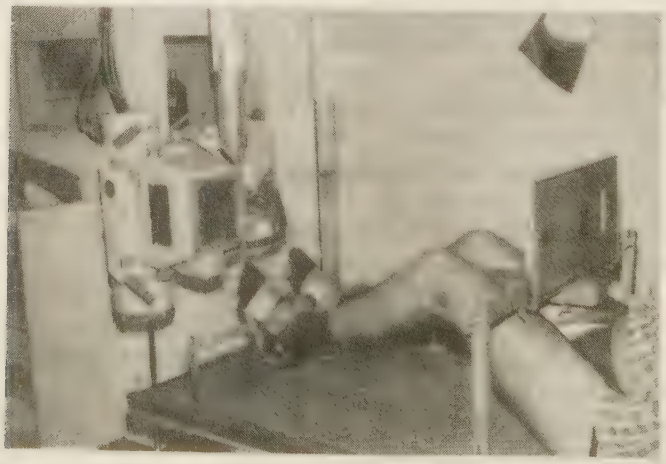


Abb.20 Gestell von Hille (1980)

Das Gestell besteht aus zwei Fußstützen, einer Halterung für die Röntgenkassette und einem Führungsholz. Halterung und Fußstützen sind in der Schiene am Röntgentisch befestigt. Kettenverschlüsse fixieren die Füße, Rotationsfehlstellungen werden kontrolliert durch Anpressen der Kniegelenke an das Führungsholz. Der Strahlengang ist parallel zur Tischebene und verläuft von kaudal nach kranial. Der Zentrahlstrahl trifft die Kassette im rechten Winkel. Der Untersuchte trägt einen Gonadenschutz aus Bleigummi.
Abstand : Film-Fokus 105cm, Kassette-Kniescheibe 25cm
Kassettenformat : 40cm X 20cm
Einstellung des Schaltpultes : 55 kV, 8 - 13 mas
Die Beugung im Kniegelenk wird mit einem Goniometer gemessen.

8. Auswertung der Röntgenbilder

Die Auswertung der Röntgenbilder erfolgte nach folgenden Kriterien :

- Im ap. Strahlengang wurden Frakturen, Pat. partita und arthrotische Veränderungen beurteilt.

- Im seitlichen Strahlengang wurde die Pat. alta bzw. baja an Hand des Index von Insall und Salvati bestimmt. War der Quotient LT/LP (Abb.15) größer als 1,3 wurde der Stand der Pat. als alta und kleiner als 0,9 als baja bezeichnet (45). Des weiteren wurde die Haglundsche Exkavation, Stufe nach Outerbridge und die knöcherne Ausziehung der Apex pat. erfaßt.

- Im tangentialen Strahlengang fanden folgende Strukturveränderungen der Pat. Berücksichtigung :
subchondrale Sklerose, nach lat. gerichtete Trabekel, Verkalkung im lat. Retinakulum, osteophytäre Zacke lat., Pat partita, cystische Auflockerung der Quadrizeps-Insertion.

Zur Formbestimmung der Teile, die am femoro-patellaren Gelenk beteiligt sind, werden folgende Einteilungen bzw. Messungen bei 45° Beugung durchgeführt :

* Einteilung der Patellatypen nach Wiberg I,II und III,
* Bestimmung des Winkels zwischen den beiden Facetten, und zwar der des proximalen Teils der Pat.(Abb.21).

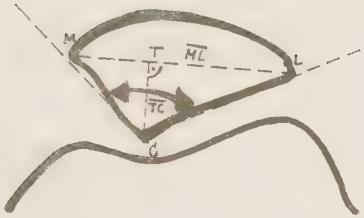


Abb.21 : Facettenwinkel (MCL)
und Tiefenindex (LM / TC)
Die Referenzpunkte L und M markieren das lat. und med. Ende der stark röntgendichten Linien und der Punkt C die tiefste Stelle der proximalen Crista pat. bezogen auf die Strecke LM.

* Kondylendysplasien werden durch den Trochleaöffnungswinkel erfaßt (Abb.16)

* die Tiefe des gelenkbildenden Anteils der Pat. durch den Tiefenindex LM/TC (Abb.21).

Besonderer Wert wird auf die Lageveränderungen im p.f.G. gelegt, weil sich darin die funktionelle Dynamik zeigen sollte. Folgende Messungen werden durchgeführt : Kongruenzwinkel nach Merchant, pat. Kippung (Tilt), Kondylendifferenz, Patellarotation und Neigung.

* Der Kongruenzwinkel (Abb.17) wird zum proximalen Teil der Crista pat. gemessen. Positive Werte bedeuten, daß dieser Cristaanteil med. der Winkelhalbierenden liegt, negative Werte, daß er lat. liegt.

* Zur Messung der pat. Kippung (Abb.18) wird die Strecke LM über M hinaus verlängert. Als Referenzlinie O dient eine Parallele zur unteren oder oberen, horizontalen

Begrenzung des belichteten Ausschnittes. Der Winkel zwischen diesen beiden Schenkeln ist der pat. Kippungswinkel (B). Positive Werte bedeuten, daß der Winkel nach med. offen ist, negative Werte, daß er nach lat. offen ist.

* Die Kondylendifferenz (Abb.18) wird bestimmt, indem der Winkel zwischen den Schenkeln der Tangente der Femurkondylen und der Horizontalen O gemessen wurde (C). Positive Werte bedeuten, die laterale Kondyle steht höher als die med., negative Werte die Umkehrung.

* Zur metrischen Bestimmung der Patellarotation und Neigung wird ein neues Verfahren vorgeschlagen. (siehe Kapitel 9).

Bei den ct. Aufnahmen kann natürlich eine Patellaneigung um die quere horizontale Achse nicht beurteilt werden. Der Patellaindex wird bestimmt L/M unter Berücksichtigung der Schnitthöhe.

8.2 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten konnte im Rechenzentrum der Universität Düsseldorf durchgeführt werden. 186 Variablen pro Person wurden erhoben, 91 für jedes Knie und 4 Angaben zur Person. 29 Variablen beziehen sich auf Anamnese und Befund, 62 auf die Auswertung der Röntgenbilder. Sämtliche statistischen Verfahren, die auf diese Daten angewandt wurden, wurden mit Programmen aus dem " statistical package for the social sciences (SPSS)" gerechnet. Als deskriptive Statistiken der Meßwerte wurden für die Gesamtstichprobe bzw. für einzelne Teilstichproben Mittelwerte, Standardabweichung und Varianz berechnet; diese Größen sind wie folgt definiert: Seien $x_1 \ldots x_n$ die Meßwerte der Variablen X an einer Stichprobe des Umfangs n, dann ist:

Mittelwert : $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i$

Varianz : $s^2 = \frac{SAQ}{n-1}$ mit $SAQ = \sum_{i=1}^{n} f_i (x_i - \bar{x})^2$

Standardabweichung : $s = \sqrt{\frac{SAQ}{n-1}}$

In einigen Fällen wird die Streuung intraindividuell über mehrere vergleichbare Variablen berechnet; z.B. wurde pro Person die Streuung des Kongruenzwinkels von 0° o.A. und m.A. und 30° o.A. und m.A. pro Knie berechnet. Diese Größe kann als Maß für die Stabilität der Pat. in frontaler Ebene interpretiert werden. Die Formel dieser Streuung entspricht der Standardabweichung.

An inferenzstatistischen Verfahren wurde die Varianzanalyse und der t-Test für abhängige Stichproben verwendet, die hier kurz beschrieben werden sollen (s. etwa: Claus, G.; Ebner, H. : Grundlagen der Statistik. Frankfurt 1971, für eine ausfürlichere Darstellung): zunächst zur Varianzanalyse. Es seien die Werte einer Variablen (z.B. der Kongruenzwinkel) an Personen aus p unabhängigen Stichproben erhoben worden; mit der Varianzanalyse wird nun die Null-Hypothese getestet, daß diese p Stichproben aus einer Grundgesamtheit stammen, d. h., die Mittelwerte der p Stichproben unterscheiden sich nicht signifikant.

P war durchweg gleich zwei (z.B. Kontrollgruppe - Patientengruppe). Für diesen Fall kann man auch den Zweistichproben t-Test rechnen, der dann zu denselben Ergebnissen wie die Varianzanalyse führt.

Die Alternativ-Hypothese besagt, daß die unabhängigen Stichproben signifikant unterschiedlich sind. Als Testgröße dient der F-Wert, der Quotient aus dem "mittleren Quadrat" zwischen den Gruppen und dem "mittleren Quadrat" innerhalb der Gruppen (mittleres Quadrat = Summe der Abweichungsquadrate durch Anzahl der Freiheitsgrade). Ist der errechnete F-Wert kleiner als der Tafelwert für die entsprechenden Freiheitsgrade, so gilt die Null-Hypothese mit einer Irrtumswahrschein-

lichkeit α von 5 %.

Um genauere Aussagen machen zu können, zwischen welchen Beugegraden signifikante Unterschiede auftreten, wird der t-Test für korrelierende Stichproben angewandt. Dabei wird geprüft, ob die Mittelwertdifferenzen sich signifikant von Null unterscheiden. Unter der Voraussetzung, daß die Differenzen in der Grundgesamtheit normal verteilt sind, wird die Prüfgröße t wie folgt definiert :

$$t = \frac{\bar{d} - \delta}{s_d} \sqrt{n}$$

mit n = Umfang der Stichprobe
d = Mittelwert der Differenzen der Stichprobe
δ = Mittelwert der Differenzen der Grundgesamtheit
s_d = Stichprobenstreuung

Die Prüfgröße t wird mit dem Tafelwert t für die gewählte Irrtumswahrscheinlichkeit α = 0,05 verglichen. Ist der errechnete t-Wert kleiner als der Tafelwert, wird die Null-Hypothese angenommen, ist t größer, wird H_o zurückgewiesen.

9. Ergebnisse

9.1 Ergebnisse der Untersuchungen an Leichenkniescheiben

Die Untersuchungen an den Leichenkniescheiben haben folgende Ergebnisse gebracht. Zuerst wurden die proximalen und distalen Facettenwinkel (Abb.22) der Patellae. verglichen. Die Mittelwerte der Winkel, die direkt am Präparat gemessen wurden, betragen für den proximalen Abschnitt 129° und für den distalen 148°. Sie stimmen gut überein mit den Winkeln, die auf den Röntgenbildern bestimmt wurden : proximal 126° und distal 147°.

Facettenwinkel :

am Präparat gemessen :	proximal	129°
	distal	148°
röntgenologisch :	proximal	126°
	distal	147°

D. h., es bestehen Differenzen von ca. 20° zwischen dem proximalen (basalen) und distalen (apikalen) Facettenwinkel.

Auf allen Röntgenbildern war med. eine Konvexität zu erkennen. Es zeigte sich, daß sie ihr morphologisches Korrelat in dem knöchern vorgebildeten First hat, der die odd facet vom paramedianen Segment trennt.

Die apikale Begrenzung der Patellarückseite erschien bei diesen Projektionsverhältnissen größer als die proximale. Der Röntgenstrahl ging von kaudal nach kranial und auf Grund der Gesetze der zentralen Projektion werden Objekte, die näher der Strahlenquelle postiert sind, größer abgebildet als solche, die näher der Kassette angeordnet sind.

So können drei charakteristische Merkmale angegeben

werden, nach denen die distale Begrenzung der Facies articularis pat. von der proximalen unterschieden werden kann :

- der Facettenwinkel, dieser ist distal deutlich stumpfer als proximal
- die med. Konvexität (First)
- die distale Begrenzung erscheint größer als die proximale

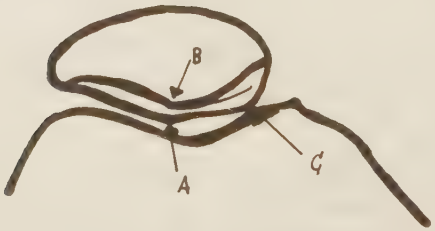


Abb.22: distale und proximale Begrenzung der Pat.
Skizze: A = distale Begrenzung
B = proximale "
C = First zwischen odd facet u. paramedianem Segment (Schulter)

Diese Unterscheidung erlaubt es, die Rotation der Pat. um die Achse, die senkrecht auf der Patellamitte steht, direkt zu messen. Der Abstand R der Senkrechten auf der Strecke LM durch den tiefsten Punkt der proximalen bzw. distalen Crista pat. gibt die Rotation in Millimeter an.

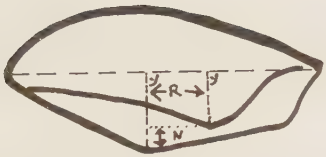


Abb.23 : Skizze Rotation (R) und Neigung (N)
(siehe Text)

Der Mittelwert der Abstände bei lat. Rotation um 20° beträgt +8,6 mm, bei med. Rotation um 10° -9,2 mm. Plus (+) bedeutet, die distale liegt lat. der proximalen Begrenzung, und minus (-) bedeutet die Umkehrung.

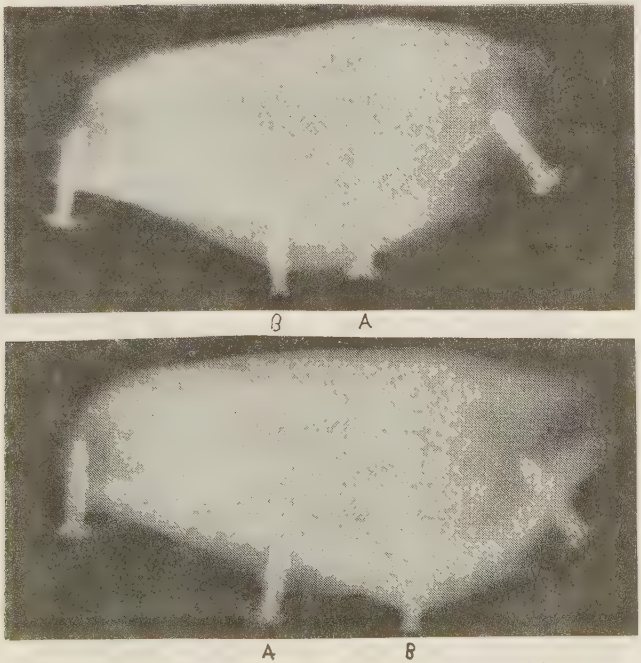


Abb.24 : med. (obere Abb.) und laterale Rotation
A = distale, B = proximale Begrenzung
der Crista pat.

Der Quotient aus lat. und med. Facettenbreite L/M, wie ihn Sikorski et al.(1979) (Abb.19) bildeten zur Beschreibung der Rotation, bringt unbefriedigende Ergebnisse. Der Mittelwert bei 0° liegt bei 1,21 mit einer Spannweite von 1,0 - 1,4 ; bei lat. Rotation um 10° bei 1,21 Spannweite 1,0 - 1,4 und bei med. Rotation um 10° bei 1,1 mit einer Spannweite von 0,9 - 1,5. Als Teilungspunkt zwischen den Facetten wurde die tiefste Stelle bzw. der Schnittpunkt der am stärksten sklerosierten Linien angenommen.

Die Neigung der Pat. (Abb.23) um eine quere transversale Achse kann auch als Ergebnis der Unterscheidung von distalem und proximalem Abschnitt direkt gemessen werden, und zwar als vertikaler Abstand N des apikalen und basalen Cristaendes. Häufig trat bei Neigung der Apex pat. nach unten eine dritte röntgendichte Struktur auf.

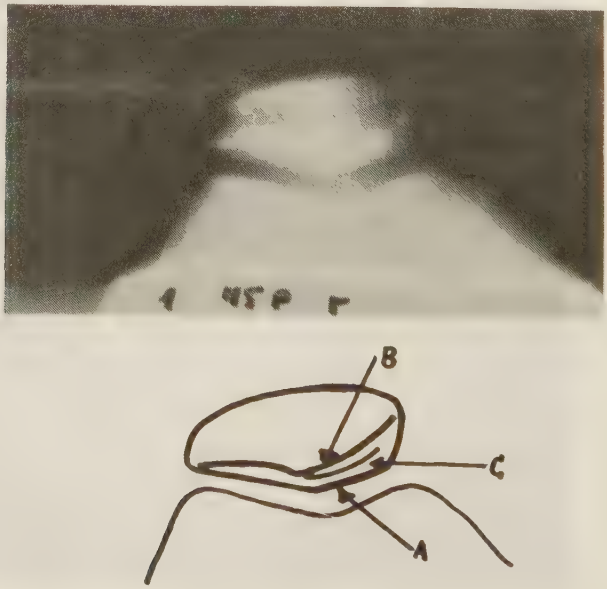


Abb.25 : C = dritte Struktur; A = distal, B = proximal

Sie ließ sich als ein transversaler First im proximalen Drittel der Facies articularis pat. identifizieren. Bei Kippung der Apex pat. nach unten, wurde also immer die obere röntgendichte Linie der Basis pat. zugeordnet.

Die computertomographischen Aufnahmen lassen auch einen Unterschied im distalen und proximalen Facettenwinkel erkennen : distal 140° und proximal 120°. Weiterhin läßt sich die Schnitthöhe nach dem Vorhandensein oder Fehlen einer med. Schulter beurteilen (First zwischen odd facet und paramedianem Segment). Ist diese med. Konvexität zu sehen, liegt der Schnitt apikal, fehlt sie, so liegt er basal.

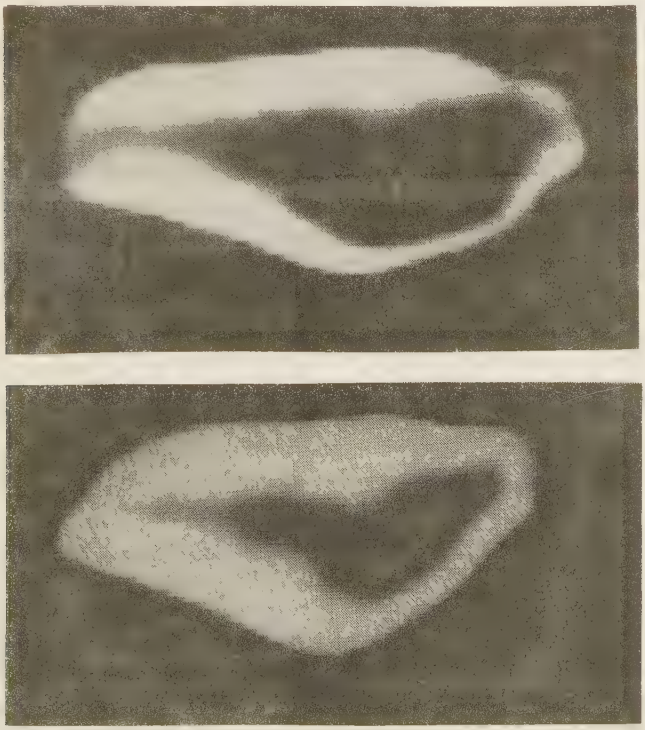


Abb.26 : ct. Aufnahmen, Schnitthöhe A = distal
und B = proximal; Pfeil zeigt auf die Schulter

Die Computertomographien lassen also zwei Unterscheidundungskriterien zur Beurteilung der Schnitthöhe zu, den Facettenwinkel und das Vorhandensein oder Fehlen einer med. Schulter. Bei Rotation der Pat. in frontaler Ebene ist in Abhängigkeit von der Schnitthöhe keine nennenswerte Veränderung des Quotienten aus lat. und med. Facettenbreite aufgetreten; bei apikaler Schnitthöhe eine Veränderung von 1,16 bei 0° zu 1,13 bei 20° lat. Rotation und zu 1,29 bei 20° med. Rotation.

Als Überblick über den gesamten Bewegungsablauf der Pat. während der Beugung wurden Leichenknie im tangentialen Strahlengang gefilmt (Anhang Abb. 1, 2, 3). Bei Fixation des Unterschenkels und Zug an den Quadrizepskomponenten zeigte sich, daß die Pat. bei Beugung nach lat. schwenkt. Beim Zug am Vastus lat. war die Pat. nach außen rotiert. Mit zunehmender Beugung rotierte sie nach med.. Zug am V. med. bewirkte eine med. Rotation, die bei Beugung bestehen blieb. Weiterhin kam es in Relation zu den Femurkondylen zu einer deutlichen Kippung der Pat. nach med.. Das bestätigten auch Reider et al.(1981) (83) in ihrer Arbeit. Bei Oberschenkelfixation zeigte sich eine deutliche Innenrotation der Tibia bei Beugung. Kompensatorisch kam es bei Unterschenkelfixation zur Außenrotation des Femur.

9.2 Ergebnisse der klinischen Untersuchung

- Anamnese

Das Durchschnittsalter der Kontrollgruppe (Bundeswehrsoldaten) liegt bei 20,6 Jahren mit einer Spannweite von 19 - 25 Jahren. Der Mittelwert des Alters der Patientengruppe ist 23,4 Jahre mit einer Spannweite von 11 - 57 Jahren. Die Geschlechtsverteilung (Patientengruppe) ist mit 40 männlichen und 42 weiblichen Pat. (48,8% - 51,2%) annähernd gleich. In der Patientengruppe sind 45 Knie klinisch gesund und 119 leiden an C.p., d.h., ca. 62,2% der erkrankten Knie treten

paarweise auf, die Patienten haben doppelseitige Beschwerden. Das Verhältnis von rechten zu linken kranken Knien ist 57 zu 62 oder 47,9% zu 52,1%.

Die Häufigkeiten der Daten der Anamnese werden zusammengestellt (Abb.27). Eine Fraktur tritt einmal auf und zwar eine "flake fracture" der Pat. (1), Kontusionen 18mal (2), Luxationen 16mal (3), rezidivierende Ergüsse 12mal (4), Hyperpressionszeichen 31mal (5), das giving-way Syndrom wird 3mal beschrieben (6), Blockierungen keine, Knieschmerzen haben alle 119 (7), Operationen im Kniegelenk 7 (8).

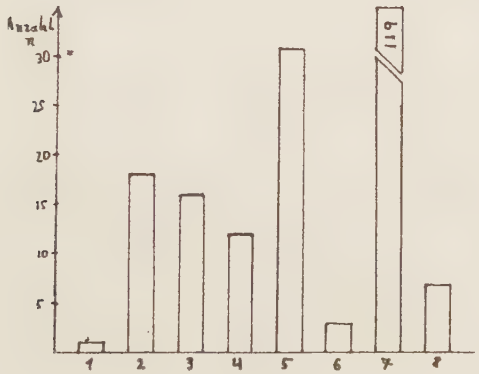


Abb.27: Histogramm der Daten der Anamnese

- Befunde

Klinisch wurde gefunden : die Hypertrophie des Hoffaschen Fettkörpers 5mal, die Muskelatrophie des Vastus med. 14mal, eine Valgität 7mal;
die Crepitatio pat. 9mal, der Palpationsschmerz der

Facetten 40mal, das Zeichen nach Fründ 46mal, ein Erguß 5mal, Verschiebeschmerz bei gleichzeitigem Druck auf die Pat 57mal, Druckschmerz an der Patellaspitze 21mal, eine laxe Bandführung der Pat. 11mal;
das Zeichen nach Zohlen 43mal,, Schmerzen beim Strecken des Kniegelenkes gegen Widerstand und gleichzeitigem Druck auf die Pat. werden 3mal angegeben, Funktionseinschränkungen keinmal, Meniskuszeichen 3mal, Bänderzeichen 1mal;
die 23 Arthroskopien zeigen folgende Ergebnisse : in 5 Fällen war kein pathologischer Befund zu erheben, 7 Kniescheiben zeigten chondropathische Veränderungen I^{o}, 5 II^{o}, 4 III^{o} und 2 arthrotische Veränderungen;

Die Diagnose von 141 Knien wurde anamnestisch und klinisch gestellt, bei 23 Knien auf Grund des Arthroskopiebefundes.

- röntgenologische Auswertung

Im ap. Strahlengang sind keine Frakturen aufgefallen, eine Pat. partita und 4 Kniegelenke mit arthrotischen Veränderungen. Im seitlichen Strahlengang kann der Stand der Pat. beurteilt werden. Nach der Bestimmungsmethode von Insall und Salvati haben 8 (10,4%) Kniegelenke einen Patellahochstand, der Quotient LT/LP ist größer als 1,3. 9 (11,7%) Kniegelenke haben eine Pat. baja, der Wert des Quotienten ist kleiner als 0,9. Die Haglundsche Exkavation ist 32mal vorhanden, das entspricht 41,6%, die Outerbridge-Zacke 6mal (7,8%), die Ausziehung an der Patellaspitze 7mal (9,1%).

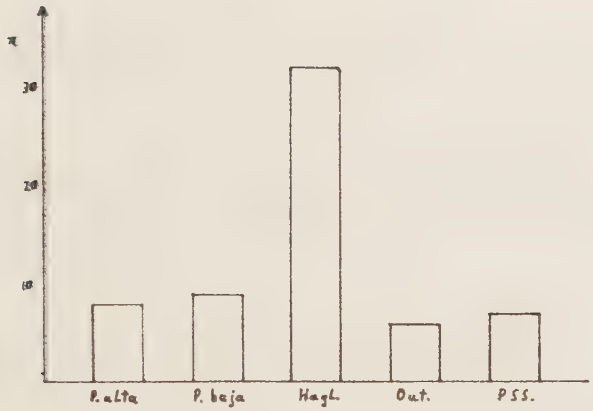


Abb.28 : Histogramm der Befunde der seitlichen Aufnahmen

Auf tangentialen Aufnahmen finden sich hinsichtlich struktureller Veränderungen bei 2 Patienten (2,9%) eine subchondrale Sklerose, bei 7 Patientenkniescheiben (5%) nach lat. gerichtete Trabekel, die Verkalkung im lat. Retinakulum tritt 1mal bei Patienten auf, die lat. osteophytäre Zacke 9mal (6,5%) und 2mal (3,6%) in der Kontrollgruppe, eine Pat. partita 1mal bei Patienten, die cystische Auflokkerung der Quadrizepsinsertion ist 24mal vorhanden, 2mal in der Kontrollgruppe (7.1%) und 22mal in der Patientengruppe (15,8%).

Die Einteilung der Patellatypen ergibt folgende Verteilung : Typ I 9mal (4,1%), Typ II 194mal (88,2%), und Typ III 17mal (7,7%). Patientengruppe : Typ I 7mal (4,3%), Typ II 151mal (92 %), Typ III 6mal (3,7%), Kontrollgruppe: Typ I 2mal (3,6%), Typ II 51mal (91 %), Typ III 3mal (5,4 %).

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Messungen auf den tangentialen sowie auf den ct. Aufnahmen dargestellt.

auf tangentialen Aufnahmen wurde bestimmt :
der Facettenwinkel, der Tiefenindex, der Trochleaöffnungswinkel, der Kongruenzwinkel, die pat. Kippung, die Rotation, die Neigung und die Kondylendifferenz,

auf ct. Aufnahmen :
der Trochleaöffnungswinkel, der Kongruenzwinkel, die pat. Kippung, der Patellaindex und die Kondylendifferenz.

Es werden die Mittelwerte (X) und Standardabweichungen (STD) angegeben. Für die Meßwerte der Patienten- und Kontrollgruppe bzw. der Knie mit und ohne C.p. wird die Varianzanalyse durchgeführt. F-Wert und Signifikanzniveau werden angegeben. Die Ergebnisse des t-Testes der Kontroll- und Patientengruppe werden aufgeführt. Die oben genannten Meßdaten werden in Tabellenform im Anhang dargestellt.

* Facettenwinkel

Der Facettenwinkel wird im basalen Teil der Pat. gemessen bei 45° Beugung. Der Mittelwert der gesamten Population liegt bei 129° mit einer Standardabweichung von 7°. Die Werte der Kontroll- und Patientengruppe 127° (129°) und 129° (129°) liegen dicht beisammen, es zeigt sich kein signifikanter Unterschied. Auch zwischen gesunden und kranken Knien bestehen keine deutlichen Unterschiede.

* Tiefenindex

Der Tiefenindex der Pat., der Quotient aus größter Breite und Tiefe des artikulierenden Teils der Pat., fällt mit 5,1 (5,2) recht groß aus. Das liegt daran, daß die Länge der Senkrechten (Tiefe) bei Neigung der

Patella um eine quere transversale Achse mit der Spitze nach unten relativ zu klein gemessen wird (Abb.21 und 23).
Die Neigung liegt im Durchschnitt bei 3,4mm bei 45° ohne Anspannung (siehe unten). Korrigieren wir den Tiefenindex um diesen Wert (Verlängerung der Strecke TC um 3,4 mm, Abb.21), so daß wir den Einfluß der Neigung ausschalten, so erhalten wir einen Tiefenindex im Durchschnitt von ca. 3,8. Die linken Knie verhalten sich ebenso wie die rechten. Zwischen den Gruppen gibt es keine signifikanten (sign.) Unterschiede.

* Trochleaöffnungswinkel

Der Trochleaöffnungswinkel (Abb.16) beträgt im Mittel 141°, STD 6,4; der der Kontrollgruppe liegt bei 139°, der der Patienten bei 142°. Obwohl die Signifikanz zwischen diesen Werten 0,03 ist, hat dies klinisch keine Bedeutung, da die Mittelwerte zu dicht beieinander liegen und diese geringen Unterschiede im Bereich der Meßungenauigkeit liegen. Die Werte der linken Knie weichen nicht von denen der rechten ab. Die Mittelwerte des Trochleaöffnungswinkels verändern sich bei Beugung von 45° nach 90° nicht.

* Kongruenzwinkel

Positive Werte beim Kongruenzwinkel (Abb.17) bedeuten, daß der proximale Teil der Crista pat. medial der Winkelhalbierenden des Trochleaöffnungswinkels liegt und negative Werte, daß dieser Teil lat. liegt. Die Mittelwerte sind alle positiv, d. h., der proximale Teil liegt med.. Von 11,9° (11,5°) bei 45° Beugung nach 8,4° (5,4°) bei 90° nimmt der Mittelwert des Kongruenzwinkels ab. Betrachten wir die Mittelwerte der beiden Gruppen, so fällt auf, daß die Werte der Kontrollgruppe immer kleiner sind als die der Patientengruppe. Beim Vergleich gesunder und kranker Knie, liegt der Signifikanzwert bei 90° an der Grenze, beim Vergleich nach Gruppen liegt der Signifikanzwert bei 60° und

90° Beugung rechts unter 0,05. Der proximale Teil der Crista pat. der Patientengruppe bzw. der Knie mit C.p. liegt medialer als der der Kontrollgruppe bzw. der gesunden Pat.. Die Frage, sind die Unterschiede der Winkelgrade bei Beugung von 45° - 90° bzw. ohne und mit Anspannung des Quadrizeps signifikant, d. h., kommt es bei Beugung zu einer lat. Verschiebung (lat. shift) der Pat., wird mit dem t-Test für verbundene Stichproben geprüft. Bei der Kontrollgruppe zeigen nur die Vergleiche 45° o.A. - 45° m.A. und 60° m.A. - 90° m.A. keine signifikanten Unterschiede. Die Anspannung des Quadrizeps hat bei 45° keinen wesentlichen Einfluß auf die lat. oder med. Verschiebung der Pat.. Sonst zeigen sich durchweg signifikante Veränderungen. Danach läßt sich schließen, daß es von 45° - 90° Beugung zu einer lat. Verschiebung der gesunden Kniescheibe kommt (lat. shift).

Auch bei den Knien mit C.p. kommt es zu einer lat. Verschiebung, aber sie ist nicht so deutlich ausgeprägt wie bei den gesunden. Da wo die gesunden Kniescheiben ihre größte lat. Verschiebung erfahren, nämlich zwischen 45° m.A. und 60° m.A., zeigen die Kniescheiben mit C.p. keine signifikante Veränderung. Erst von 45° nach 90° findet sich rechts eine signifikante Abnahme des Kongruenzwinkels.

Zeichenerklärung (bezieht sich auf alle folgenden Abbildungen) :

o——o Mittelwerte der gesamten Population
o- - - -o Mittelwerte der Kontrollgruppe
o·····o Mittelwerte der Patientengruppe
Δ— —Δ Mittelwerte der Knie mit C.p.

o.A. = ohne Anspannung des Quadrizeps
m.A. = mit "

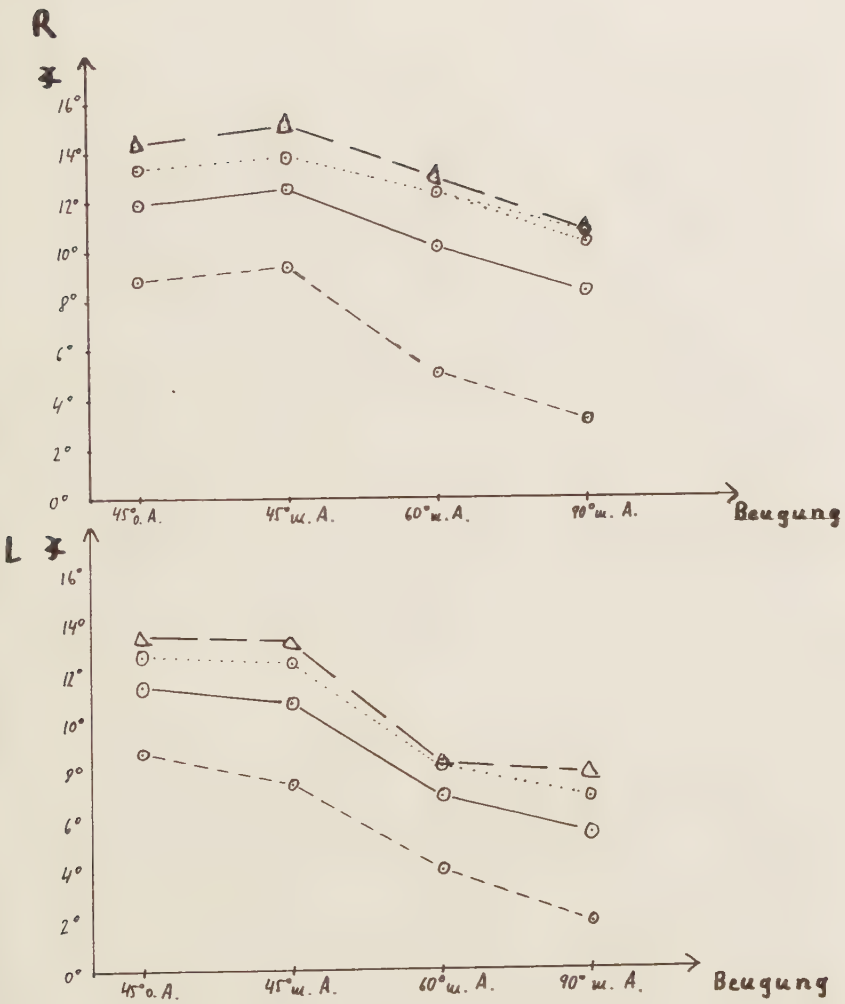


Abb.29 : Kongruenzwinkel unter verschiedenen Beugegraden der rechten und linken Knie

- Pat. Kippung

Die Pat.-Tilt (Abb.18) ist eine Kippung der Kniescheibe um die Längsachse. Sie wird in Winkelgraden zur Horizontalen gemessen. Positive Werte bedeuten einen nach med. offenen Winkel (lat. Kippung), negative Werte einen nach lat. offenen Winkel. Die Mittelwerte der gesamten Population sind alle positiv und nehmen ab von 8,9 (5,7) bei 45° o.A. nach 6,8 (4,8) bei 60° m.A.; bei 90° nehmen die Mittelwerte leicht zu auf 7,4 (5,0). Der Vergleich der Meßergebnisse der Patienten- und der der Kontrollgruppe zeigt bei allen 4 Messungen rechts signifikante Unterschiede. Der Wert der Kotrollgruppe ist immer größer, das entspicht einer stärkeren lat. Kippung. Links sind die Unterschiede nicht so stark ausgeprägt. Der Mittelwert der Kontrollgruppe ist zwar immer größer als der der Patientengruppe, aber es reicht nicht zu signifikanten Unterschieden. Der Vergleich gesunder und kranker Knie zeigt die gleiche Tendenz.

Bei der Prüfung auf sign. Unterschiede bei Beugung von 45° - 90° zeigt sich in der Kontrollgruppe, daß die Anspannung des Quadrizeps die Kippung nur wenig verändert. Sign. Unterschiede treten zwischen 45° und 60°, bzw. zwischen 60° und 90° auf. Es kommt bis 60° zu einer relativen med. Kippung; von 60° nach 90° kehrt sich der Verlauf um, die Pat. kippt nach lat..
Qualitativ stimmen die Ergebnisse mit der linken Seite überein, doch reichen die Unterschiede nicht aus, sie als sign. zu bezeichnen.

Innerhalb der Patientengruppe kommt es bei Quadrizepsanspannung zu einer sign. Abnahme des Winkels. Der Muskelzug bewirkt eine med. Kippung der Pat.. Bis 60° nimmt die med. Kippung zu, rechts stärker als links, von 60° nach 90° zeigt sich eine leichte Umkehrung. Gesunde und kranke Knie der Patienten verhalten sich gleich.

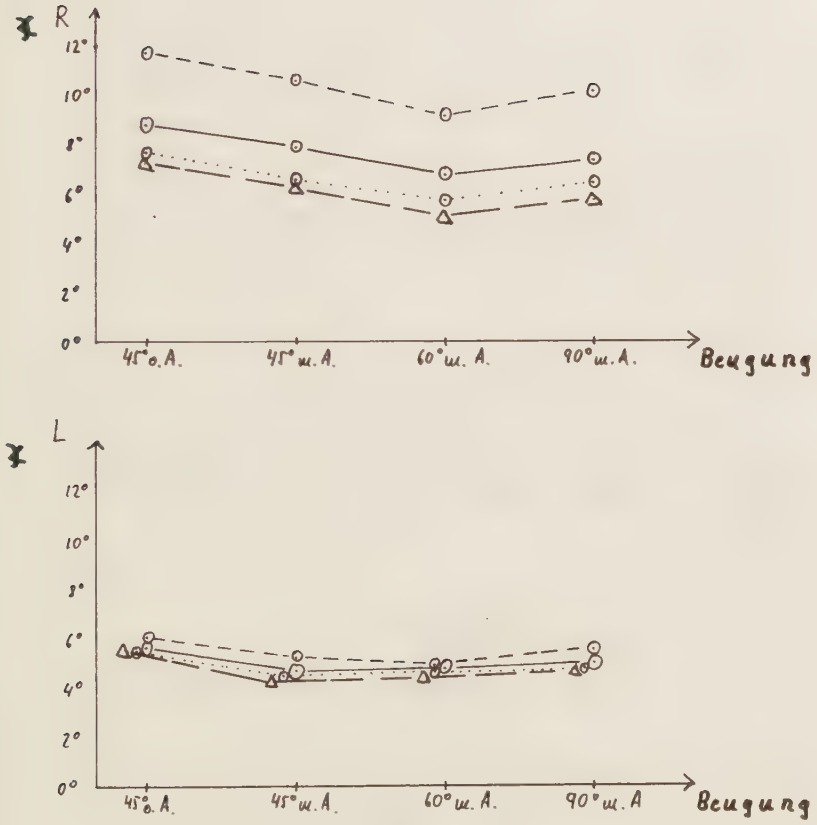


Abb.30 : Pat. Kippung unter verschiedenen Beugegraden der re. und li. Knie

- Rotation

Die Rotation der Pat. in frontaler Ebene um die Achse, die senkrecht auf der Pat. steht, wird eingeteilt in lat. und med. Rotation (Abb.23). Unter lat. Rotation wird die Drehung der Apex pat. nach außen und unter med. Rotation die Drehung der Apex nach innen verstanden. Die lat. Rotation wird mit positiven Werten versehen. Bei 60° und 90° zeigt sich, daß die Werte der Kontrollgruppe im Vergleich zur Patientengruppe sign. niedriger sind. Das gleiche zeigt sich beim Vergleich von Kniescheiben ohne C.p. zu Kniescheiben mit C.p., außer bei den rechten Knien bei 60° Beugung m.A. (kein sign. Unterschied).

Alle Mittelwerte sind positiv. Das könnte zu dem Schluß verleiten, die Pat. wäre absolut gesehen nach lateral rotiert. Auf Grund der Projektionsverhältnisse stellt sie sich auf den Röntgenbildern so dar. Der Zentralstrahl kommt von med. und projiziert Strukturen, die näher zur Strahlenquelle liegen, weiter nach lat. (Abb. 31)

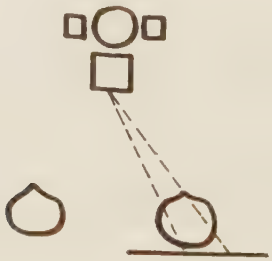


Abb.31: Projektionsverhältnisse bei tangentialem Strahlengang

So können wir hier nur von Relativbewegungen sprechen. Eine Abnahme der Mittelwerte ist somit gleichbedeutend

mit einer relativen, med. Rotation.
Bei der Kontrollgruppe zeigt sich, daß eine med. Rotation zwischen 45° und 60° stattfindet, die bei 90° bestehen bleibt. Die Anspannung des Quadrizeps hat keinen Einfluß auf die Rotation.

Die Patientengruppe zeigt keine sign. rotatorischen Veränderungen bei Beugung von 45° nach 90°.

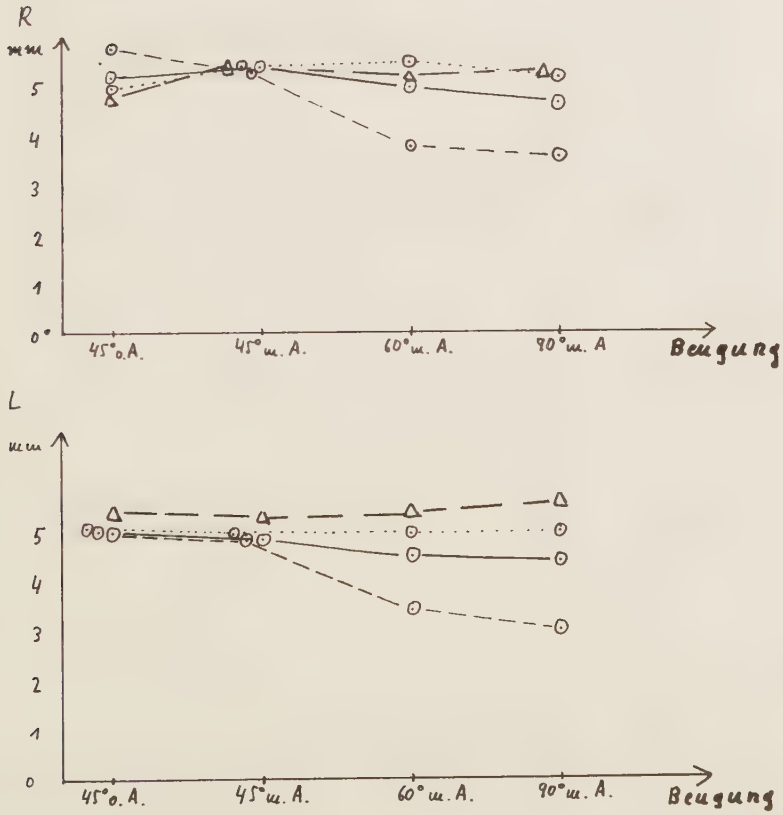


Abb.32: Rotation unter verschiedenen Beugegraden der re. und li. Knie

- Neigung

Die Patellaneigung ist im Gegensatz zur Patellakippung eine Lageveränderung um die transversale Achse der Pat. (Abb.23). Positive Werte bedeuten eine Neigung der Patellaspitze nach unten, negative Werte eine Anhebung der Apex. Es kommt also durchweg bei allen 4 Messungen zu einer Neigung der Patellaspitze nach unten. Sign. Unterschiede sind zwischen den Gruppen nicht festzustellen. Auch die Unterteilung nach Zustand, gesund oder krank, zeigt keine sign. Unterschiede.
Bei der Kontrollgruppe zeigen sich im t-Test keine sign. Unterschiede.

Bei den Patientenknien treten sign. Unterschiede auf. Die Neigung nimmt sign. zu bei der Beugung von 30° nach 90°. Bis 60° bleibt die Neigung relativ konstant.

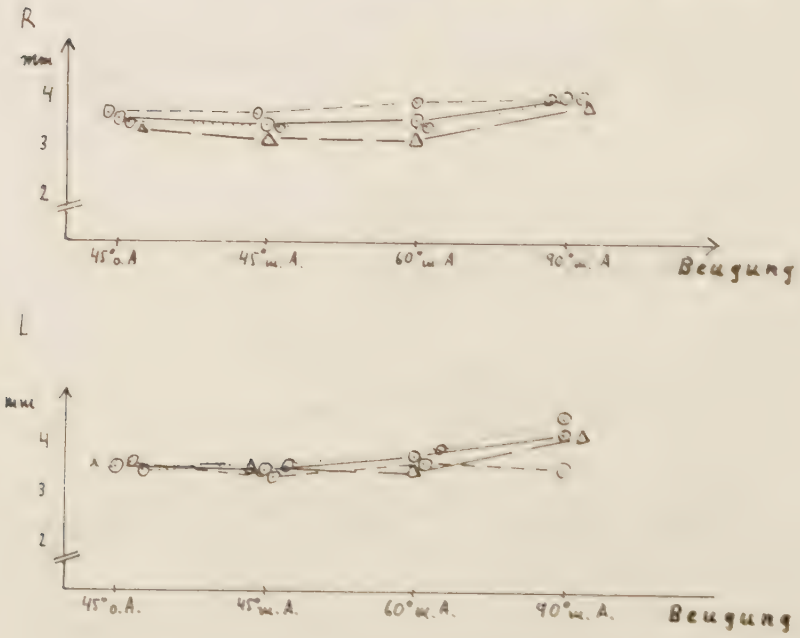


Abb.33: Neigung unter verschiedenen Beugegraden der re. und li. Knie

- Kondylendifferenz

Die Kondylendifferenz wird in Winkelgraden ausgedrückt (Abb.18). Positive Werte bedeuten, der lat. Kondylus steht höher als der med.. Die Mittelwerte sind alle positiv. Der Vergleich gesunder und kranker Knien zeigt keine deutlichen Unterschiede.

Bei Beugung von 60° nach 90° kommt es sowohl bei Patientenknien wie auch bei den Knien der Kontrollgruppe zur sign. Abnahme des Winkels der Kondylendifferenz. Das Femur rotiert nach außen. Bis 60° bleibt der Winkel gleich oder nimmt leicht zu.

Die Rotation des Femur beeinflußt auch die Patella-Tilt. Das zeigt sich deutlich an dem unterschiedlichen Verhalten von rechten und linken Knien. Die Kondylendifferenz der linken Knie ist durchweg größer als die der rechten und der Patella-Tilt-Winkel ist deutlich kleiner. Schalten wir den Einfluß der Rotation des Femur aus, indem wir die Addition der beiden Winkel bilden, so sind die Unterschiede zwischen rechten und linken Knien so gut wie aufgehoben.

Addition des Winkels der Kondylendifferenz und des Patella-Tilt-Winkels (Winkel nach Delgado, Abb.18):

	Mittelw.	Kontrollgr.	Patientengr.
45 o.A.	12,2 (12,3)	14,1 (13,7)	11,3 (11,7)
45 m.A.	11,8 (11,7)	13,7 (13,4)	11,0 (10,9)
60 m.A.	11,2 (11,5)	13,2 (12,6)	10,4 (11,1)
90 m.A.	10,1 (10,6)	11,8 (12,3)	9,4 (9,9)

Es zeigt sich eine Abnahme des Winkels zwischen Pat. und Femurkondylen bei Beugung von 45° nach 90°. Bemerkenswert ist, daß auch hier der Winkel der Patientengruppe durchweg kleiner ist.

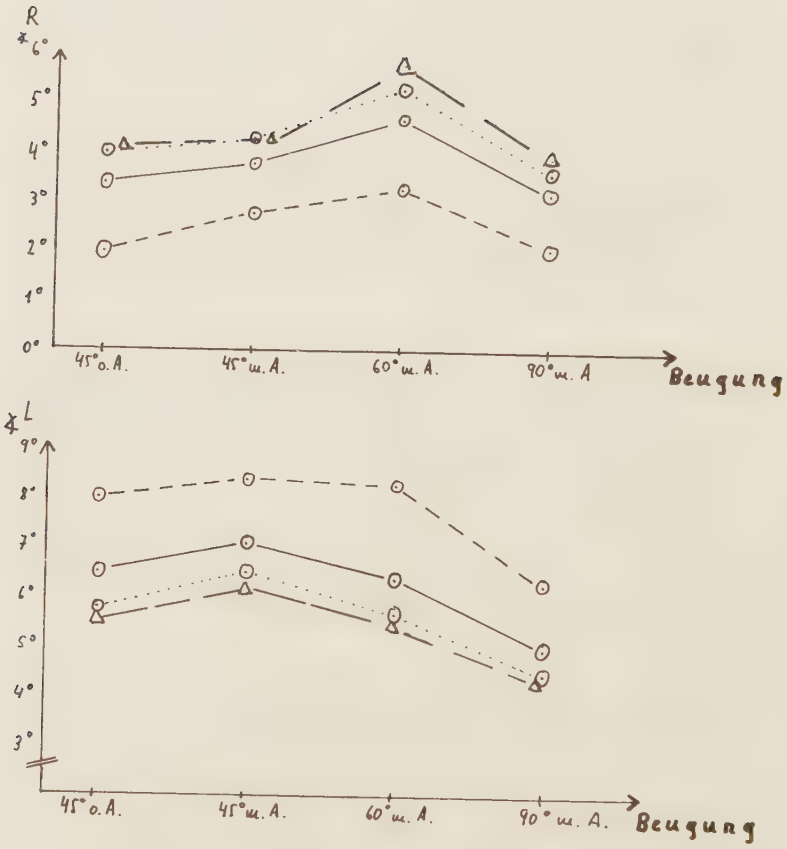


Abb.34: Kondylendifferenz unter verschiedenen Beugegraden der re. und li. Knie

- Trochleaöffnungswinkel (CT)

Der Trochleaöffnungswinkel wird auf den ct. Aufnahmen genauso bestimmt wie auf den Défilé-Aufnahmen (Abb. 16). Eine Unterteilung nach Patienten- und Kontrollgruppe kann nicht durchgeführt werden, weil bei der Kontrollgruppe nur axiale Aufnahmen angefertigt wurden. Die Auswertung der Ergebnisse der gesunden und kranken Patientenknie zeigt keine verwertbaren Unterschiede.

Im t-Test bei gesunden Patientenknien ist eine deutliche Abnahme des Trochleaöffnungswinkels bei Beugung von 0° nach 30° zu sehen. Das liegt an der unterschiedlichen Schnitthöhe. In Streckstellung wird die Trochlea in ihrem Anfangsteil getroffen, der relativ stumpfwinklig ist. Bei 30° Beugung ist die Pat. schon ein gutes Stück in die Trochlea gerutscht und ein spitzwinkliger Anteil des Gleitlagers kommt zur Darstellung. Die Anspannung des Quadrizeps bei 0° bewirkt, daß die Pat. höher gleitet, der Trochleaöffnungswinkel noch größer wird. Zwischen gesunden und kranken Knien der Patienten zeigen sich auch im t-Test keine sign. Unterschiede.

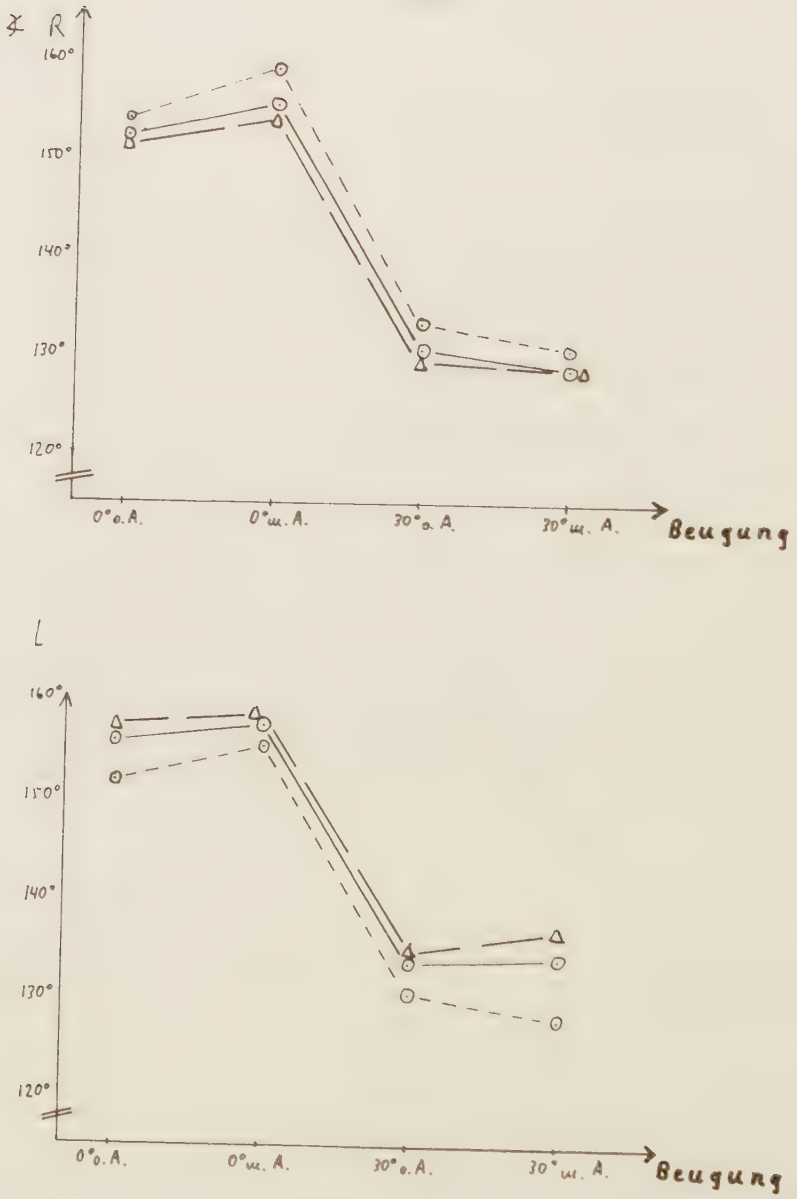
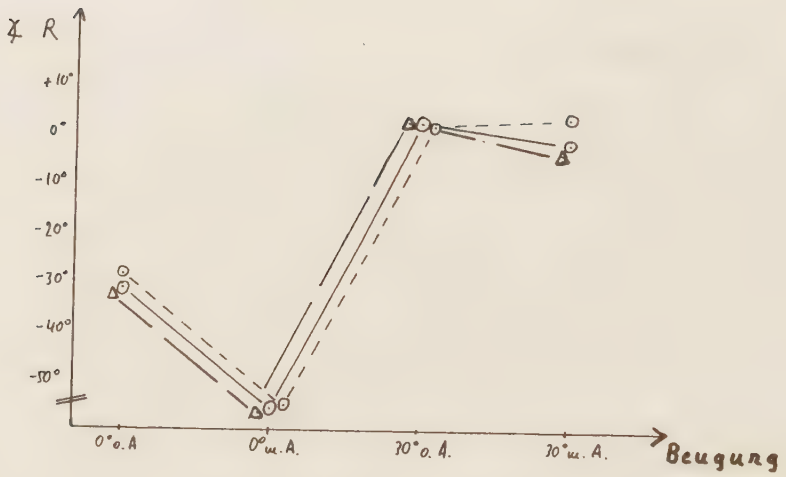


Abb.35: Trochleaöffnungswinkel (computertomographisch) unter verschiedenen Beugegraden der re. und li. Knie

- Kongruenzwinkel (CT)

Der Kongruenzwinkel auf den ct. Aufnahmen wird ebenso gemessen wie auf den tangentialen Aufnahmen (Abb.17). Positive Werte bedeuten, daß die Crista pat. med. der Winkelhalbierenden des Trochleaöffnungswinkels liegt. Es zeigt sich, daß die Mittelwerte bei 0^{o} mit und ohne Anspannung negativ sind, d. h., die Pat. liegt lat. der Winkelhalbierenden. Bei 30^{o} Beugung liegen die Mittelwerte um den Nullpunkt. Es kommt zur Zentralisierung der Pat.. Verwertbare Unterschiede zwischen gesunden und kranken Knien treten nicht auf, lediglich bei den gesunden Knien deutet sich eine stärkere Tendenz nach med. an.

In Streckstellung ist der Einfluß des Quadrizeps deutlich zu sehen. Es kommt unter Anspannung des Quadrizeps zu einer sign. Lateralisation der Kniescheibe. Bei 30^{o} Beugung ist zwischen den Mittelwerten mit und ohne Anspannung kein sign. Unterschied vorhanden, d. h., der Muskelzug verändert bei 30^{o} Beugung nicht mehr die Lage der zentrierten Pat.. Bei Beugung von 0^{o} nach 30^{o} kommt es zu einer deutlichen med. Verschiebung der Pat.. Die Kniescheiben mit C.p. verhalten sich genauso wie die gesunden.



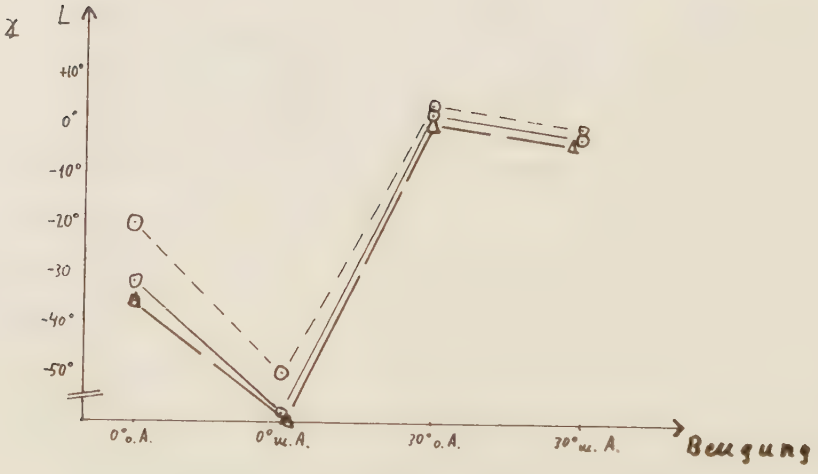


Abb.36 : Kongruenzwinkel (CT) unter verschiedenen Beugegraden der re. und li. Knie

- Patellakippung (CT)

Die Mittelwerte des Pat.-Tilt-Winkels sind alle positiv, d. h., die Patella bildet mit der Horizontalen einen nach med. offenen Winkel (Abb.18). Sign. Unterschiede der Mittelwerte von gesunden und kranken Knien treten nicht auf.

Im t-Test zeigt sich, daß die Pat. zwischen 0° und 30° deutlich nach lat. kippt. Die Anspannung des Quadrizeps deutet eine leichte Veränderung an, ohne sign. zu sein : bei gering gekippter Pat. (0°) bewirkt sie eine leichte Zunahme und bei stärker gekippter Kniescheibe (30°) eine leichte Abnahme des Patella-Tilt-Winkels.

Es zeigen sich keine sign. Unterschiede zwischen gesunden und kranken Patientenknien.

Die Addition von Pat.-Tilt-Winkel und Winkel der Kondylendifferenz zeigt folgende Ergebnisse :

Kontrollgruppe

	0 o.A.	0 m.A.	30 o.A.	30 m.A.
re.	24,2	24,2	15,8	16,0
li.	19,5	20,9	13,7	11,0

Knie mit C.p.

re.	21,3	23,7	16,3	12,4
li.	23,6	24,5	16,7	15,0

Es kommt zu einer deutlichen Abnahme des Winkels zwischen Patella und Femurkondylen bei Beugung von 0° nach 30°.

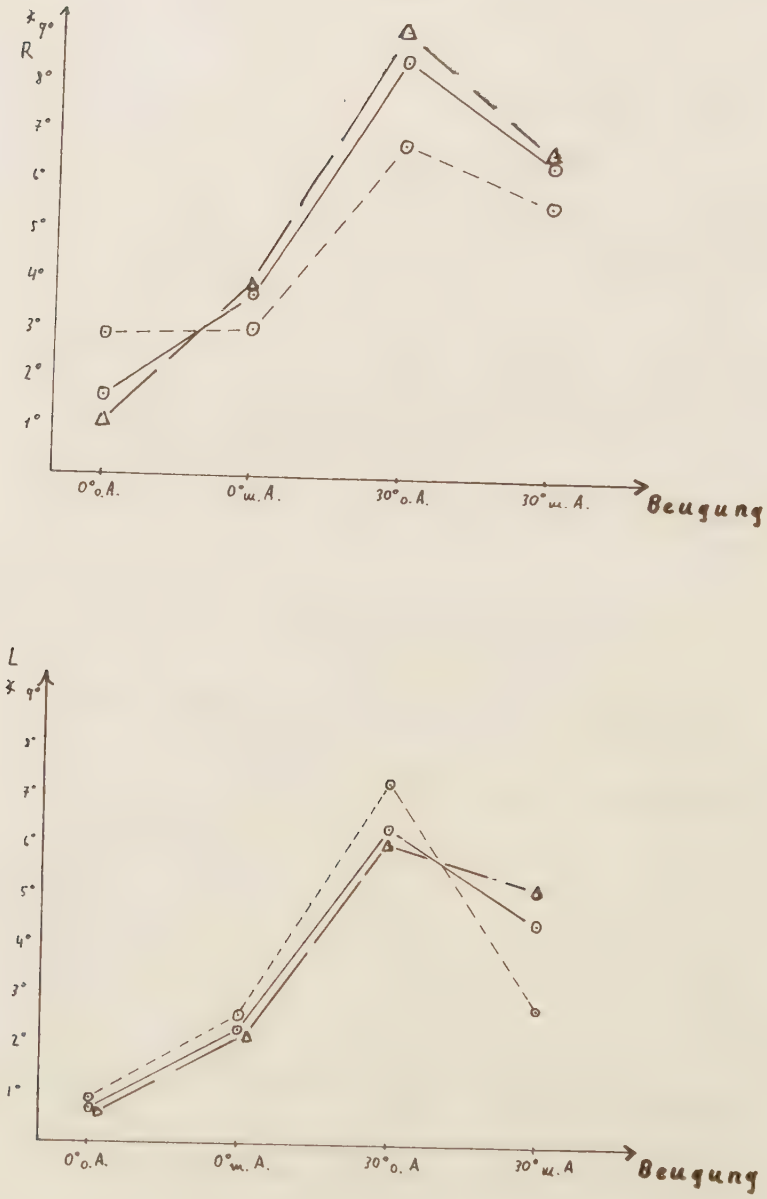


Abb.37 : Patellakippung (CT) unter verschiedenen Beugegraden der re. und li. Knie

- Patellaindex (CT)

Auf den ct. Aufnahmen kann die Rotation nicht direkt bestimmt werden. Es wird der Quotient aus der lat. Facettenbreite zur med. bestimmt. Es zeigen sich keine sign. Unterschiede zwischen gesunden und kranken Knien.

Der t-Test für kranke Knie der Patienten unterscheidet sich praktisch nicht von den gesunden. Der Quotient der Facettenbreiten ändert sich kaum, lediglich der Wert der linken Knie bei 0° m.A. liegt niedriger.

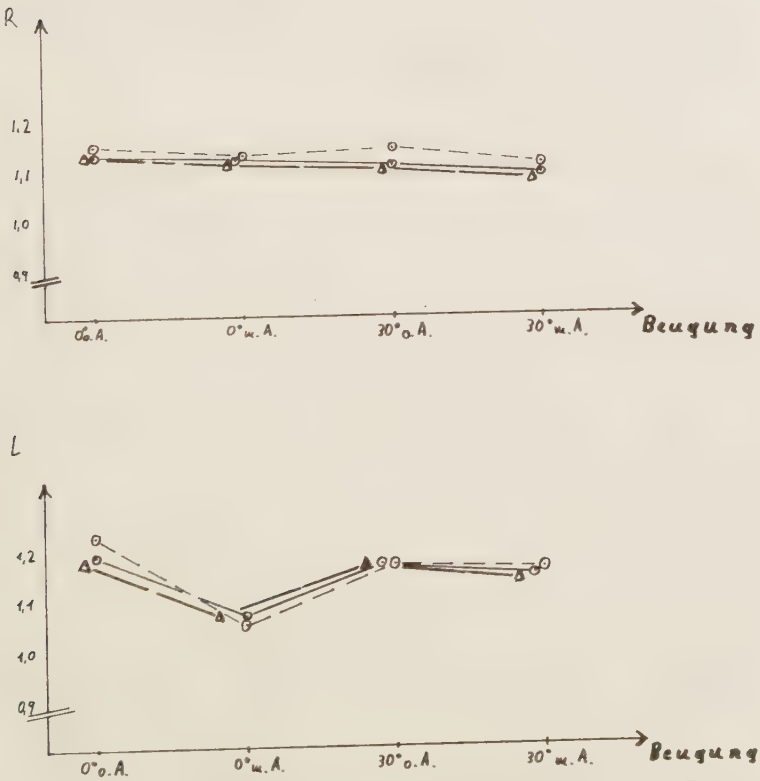


Abb.38 : Patellaindex (CT) unter verschiedenen Beugegraden der re. und li. Knie

- Kondylendifferenz (CT)

Die Kondylendifferenz wird wie auf den Défilé-Aufnahmen in Winkelgraden gemessen (Abb.18). Die Mittelwerte sind alle positiv, d. h., der lat. Kondylus steht höher als der med.. Die Mittelwerte der kranken, linken Knie liegen durchweg höher als die der gesunden; bei 0° o.A. liegt der Signifikanzwert an der Grenze, bei 30° o.A. ist er unterschritten. Bei den rechten Knien zeigt sich das nicht.

Im t-Test treten unter Anspannung des Quadrizeps weder bei 0° noch bei 30° sign. Veränderungen auf. Deutliche Veränderungen treten bei der Beugung von 0° nach 30° auf. Die Kondylendifferenz nimmt sign. ab, es kommt zu einer Außenrotation des Femur.

Die Kondylendifferenz der erkrankten Knie verhält sich im t-Test genauso wie die der gesunden Patientenknie.

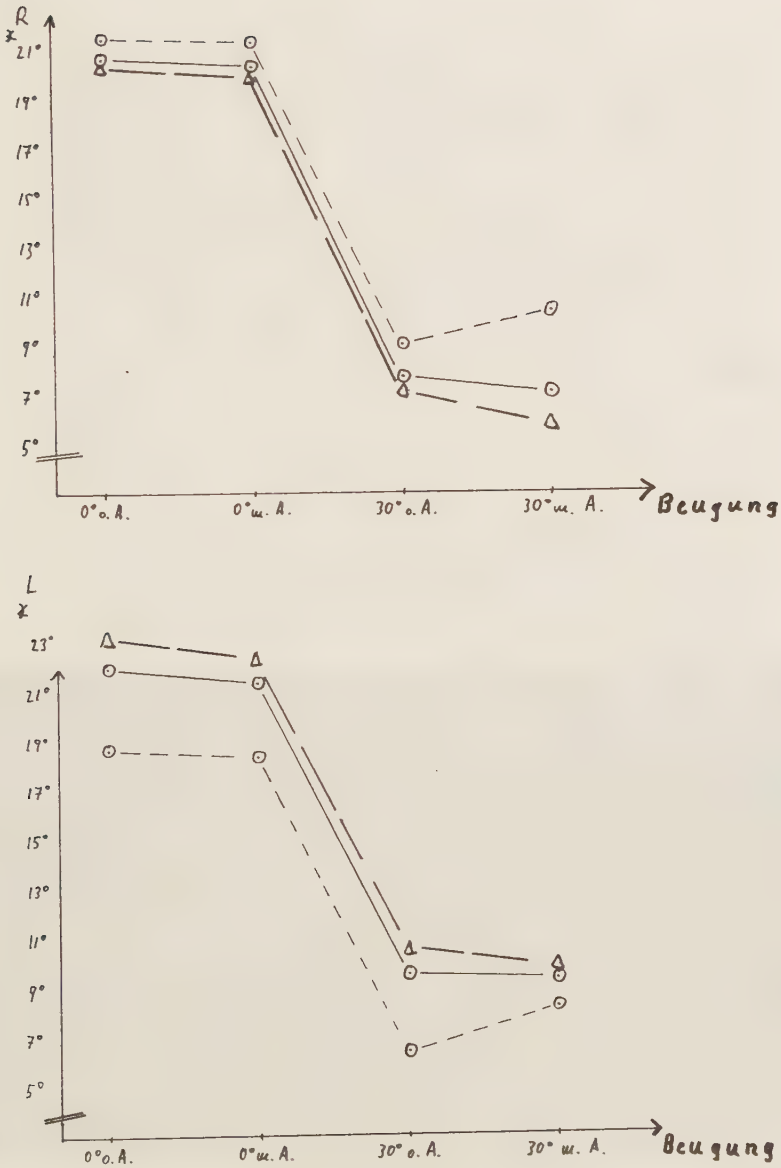


Abb.39 : Kondylendifferenz (CT) unter verschiedenen Beugegraden der re. und li. Knie

9.4 Weitere Ergebnisse

Es wurden einige Subpopulationen gebildet und geprüft, ob sich sign. Unterschiede in den Meßdaten nachweisen lassen. Eine Unterteilung nach Alter, Kniescheiben mit Kontusionen, Kniegelenken mit rezidivierenden Ergüssen, Pat. mit Haglundscher Delle, Pat. alta, Pat. baja und Patella Typ wurde vorgenommen. Bei allen anderen unabhängigen Variablen war die Häufigkeit zu gering, um ein statistisches Verfahren anzuwenden.

- Alter

Die Patienten wurden in 3 Altersgruppen eingeteilt,
Gruppe 1 : Patienten unter 18 Jahren
Gruppe 2 : Patienten zwischen 18 und 35 J.
Gruppe 3 : Patienten über 35 J.
Es zeigte sich, daß sich die Gruppen in dem Bewegungsablauf der Pat. nicht deutlich unterscheiden.

- Kontusion

Die Kniescheiben der Patienten, die in der Anamnese Kontusionen der Pat. angegeben haben, verhalten sich bei Beugung von 0° nach 90° nicht anders als die ohne Traumata.

- Luxationen

Bei Patienten mit rezidivierenden Luxationen zeigt sich, daß auf den Défilé-Aufnahmen die Spannweite der Mittelwerte des Kongruenzwinkels wesentlich größer ist als die der gesunden Knie. Sie liegt bei 19° ($19{,}2^{\circ}$) bei Beugung von 45° nach 90°. Die Kniescheiben der Kontrollgruppe haben eine Spannweite von $6{,}3^{\circ}$ ($6{,}9^{\circ}$). Auf den ct. Aufnahmen zeigt sich in Streckstellung eine deutlich stärkere lat. Verschiebung; -49° (-52°) zu den gesunden -28° (-20°). Bei 30° Beugung ohne Anspannung liegen die Mittelwerte der Knie ohne C.p. im positiven Bereich, $+3^{\circ}$ ($+4^{\circ}$), wohingegen die Knie-

scheiben mit rez. Luxationen noch deutlich negativ sind, -10° (-6°). Der Mittelwert des Trochleaöffnungswinkels von rechten und linken Knien beträgt $145,7^{\circ}$. Der Mittelwert des korrigierten Tiefenindexes liegt bei 4,3.

- Haglundsche Exkavation

Die Kniescheiben mit Haglundscher Delle verhalten sich nicht anders als die ohne Delle; damit schließe ich mich der Meinung an, daß die Haglundsche Delle ein zweifelhaftes Zeichen für das Vorliegen einer C.p. ist.

- Pat. alta

Die Neigung der Pat. bei Patienten mit Pat. alta zu Patienten mit normalem Stand der Pat. ist sign. unterschiedlich. Die Pat. stellt sich beim Hochstand mit der Spitze nach oben dar.

Abb.40: Pat. alta; Der distale Teil (A) steht höher als der proximale (B)

Skizze zu Abb.40: Pat. alta, A = distal, B = proximal

Der Tiefenindex bei Pat. alta ist deutlich kleiner. Durch das unterschiedliche Neigungsverhalten wird die Tiefe der Basis relativ zu groß abgebildet, der Tiefenindex wird kleiner. Der Kongruenzwinkel ist bei 45° deutlich größer als bei normalem Stand, d. h. die Pat. steht medialer. Zu erwarten wäre eine lat. Tendenz der Pat.. Diese tritt auf bis 30°, aber ohne signifikant zu sein. Die normal stehende Pat. bewegt sich bis 30° deutlich nach med., von 45° bis 90° driftet sie nach lat.. Eine Erklärungsmöglichkeit wäre folgende: beim Hochstand kommt es erst bei größeren Beugegraden zu dieser lat. Verschiebung, so daß bei 45° die med. Verlagerung noch vorherrscht, wohingegen die Pat. bei normalem Stand schon nach lat. verschoben ist.

- Pat. baja

Der Tiefenindex ist, wie erwartet, größer als normal. Die Pat. ist durchweg mit der Spitze nach unten geneigt. Bei 30° ist der Kongruenzwinkel sign. größer, bei 45° gering kleiner als der Winkel bei normalem Stand. Das deutet an, daß die med. und lat. Verschiebung der Pat. jeweils bei kleineren Beugegraden erfolgt.

- Pat. Typ

Die Bewegungsabläufe der Pat. vom Typ I - III verhalten sich entsprechend. Es treten keine nennenswerten Unterscheide auf.

10. Diskussion

10.1 Bewertung der Ergebnisse von Anamnese und Befund

Das Durchschnittsalter der Patientengruppe lag bei 23,4 Jahren mit einem minimalen Wert von 11 und einem maximalen von 57 Jahren. Das bestätigt die Auffassung, daß die C.p. eine Erkrankung des jugendlichen bzw. des frühen Erwachsenenalters ist. Die Geschlechtsverteilung von 40 männlichen zu 42 weiblichen Patienten war annähernd gleich. Die C.p. ist keine geschlechtsspezifische Erkrankung. Eine Bevorzugung von rechtem oder linkem Knie konnte nicht gefunden werden. Das Verhältnis war rechts zu links 57 (47,9%) zu 62 (52,1%). Auffällig war die Tatsache, daß in 62,2% der erkrankten Knie beide Knie eines Patienten betroffen waren. Von 164 Knien litten 119 an C.p. und nur 45 waren ohne Beschwerden.

Die Diagnose wurde an Hand von Anamnese und Befund gestellt. Bei der Anamnese standen Knieschmerzen nach, während und ohne Belastungen im Vordergrund. Die Unterteilung nach Auftreten der Beschwerden zu Belastungen erscheint sinnvoll, weil die zeitliche Zuordnung grobe Rückschlüsse auf die Dauer bzw. das Fortschreiten der Erkrankung zulassen kann. Treten die Beschwerden einige Stunden nach dem Training auf, so steht die Erkrankung in den Anfängen. Schreitet sie weiter fort, so wird das Training selbst behindert und später sind alltägliche Belastungen schmerzhaft. Relativ häufig waren Schmerzen beim Treppenauf- und absteigen, beim in die Hocke gehen (dynamisches Hyperpressionszeichen) und bei längerem Sitzen mit gebeugtem Knie (statisches Hyperpressionszeichen, the movie sign). Der Beginn der Erkrankung kann in Zusammenhang mit einem Trauma stehen, mit und ohne nachfolgendem Erguß. Meist lag zwischen dem Trauma und dem Einsetzen der Beschwerden ein freies Intervall von einigen Monaten. Bleiben die Schmerzen direkt bestehen, so handelt es sich wahrscheinlich um die Dekompensation einer latenten C.p.

(48). Rezidivierende Ergüsse sind nicht typisch für die C.p.. Traten sie auf, so fanden sich häufig arthrotische Veränderungen auf den Röntgenaufnahmen. Goodfellow et al. (1976) und Gruber (1979) sehen rezidivierende Ergüsse in diesem Zusammenhang als Hinweis auf ein arthrotisches Geschehen an.

Als Befunde wurden durchweg aufgeführt, Palpationsschmerz der Facetten, Zeichen nach Fründ und Zohlen, Verschiebeschmerz bei gleichzeitigem Druck auf die Patella. Das Zeichen nach Zohlen ist als unsicheres Zeichen einzustufen (siehe oben), da auch ohne chondropathische Veränderungen durch Einklemmung der Tunica synovialis Schmerz ausgelöst werden kann (43, 84) Die Crepitatio pat. wurde relativ selten beschrieben. Sie wurde früher als das Zeichen der C.p. angesehen, heute spielt sie keine große Rolle mehr. Sie ist auch bei gesunden Knien auslösbar; Abernethy et al. (1978) konnten in 62 % bei Studenten unter 25 Jahren ohne Symptome im p.f.G. die Crepitatio auslösen.

10.2 Bewertung der Ergebnisse der ap. und seitlichen Aufnahmen

Die ap. Aufnahmen des Kniegelenkes liefern beim Krankheitsbild der C.p. wenig neue Informationen. Auf seitlichen Aufnahmen kann der Stand der Pat. in der sagittalen Ebene beurteilt werden. In 10,4% war der Quotient größer als 1,3, d. h., es handelt sich nach Insall und Salvati um einen Patellahochstand. Janssen (1978) fand ihn bei 50% und Bandi (1977) bei 40% der Patienten mit C.p., wohingegen Baumann und Leichs (1976) die Pat. alta nur in ca. 5 % der Fälle fanden. Ahlbäck u. Mattsson (1978) fanden bei 4 % der gesunden Knie eine Pat. alta, Bandi bei 20 %. Die Unterschiede können auf differente Referenzpunkte beruhen, z.B. im Bereich der Tuberositas tibiae (Abb.15).

Eine Pat. baja, der Wert des Quotienten ist kleiner als 0,9, wurde in 11,7% gefunden. Weiter kann auf Pro-

filaufnahmen die Haglundsche Delle gesehen werden. Im untersuchten Krankengut trat diese Konkavität in 41,6 % auf. Die Pat. zeigten keine Auffälligkeiten im Bewegungsablauf. Haglund deutete sie als hintere Patellakontusion und als ein röntgenologisches Zeichen der C.p.. Fürmaier u. Breit (1952) sahen die Exkavation als das Zeichen des Sudeckschen Umbaus der Pat. an, und Bandi wertete sie als Zeichen der sagittalen Hyperpression. Hassenpflug u. Hertel (1980), Langlotz u. Zollinger (1980) u.a. fanden die Delle ebenso häufig bei gesunden wie bei kranken Knien. Diese Ergebnisse schränken die pathologische Bedeutung der Haglundschen Delle stark ein.

Die Outerbridge Stufe trat bei 7,8 % der Knie mit C.p. auf. Diese scharfkantige Stufe am Übergang der femoralen Metaphyse zum med. Kondylus ist an sich zu selten, um die Chondropathie verursachen zu können.

Die knöcherne Ausziehung an der Patellaspitze trat 7mal auf, das entspricht 9,1 %. Baumgartl (1964) betrachtet diese Veränderung als Ausgleichsbestrebung des Organismus bei Überbelastung, z.B. bei Pat. alta. Im vorliegenden Kollektiv war nur einmal eine Übereinstimmung von Pat. alta und knöcherner Ausziehung an der Patellaspitze festzustellen.

10.3 Bewertung der Ergebnisse der tangentialen Aufnahmen

10.3.1 Strukturveränderungen

Eine stärkere subchondrale Sklerosierung der lat. Facette im Vergleich zur med. war häufig festzustellen. Als Zeichen einer lat. Hyperpression (Ficat: SHPE) wurde sie aber nur in zwei sehr stark ausgeprägten Formen gewertet. Infolge der Ebenmäßigkeit der lat. Facette im Vergleich zur med. legen die Röntgenstrahlen lat. eine längere Wegstrecke im Knochen zurück und werden stärker geschwächt. Es resultiert ein rönt-

gendichterer Streifen, der als reaktive Veränderung des subchondralen Knochens auf Hyperpression fehlgedeutet werden kann (94).

Die Lateralisation der Spongiosatrabekel scheint eher ein Ausdruck der Hyperpression zu sein. Die Verkalkung im lat. Retinakulum bzw. eine osteophytäre Zacke am lat. Patellarand zeigen den Beginn arthrotischer Veränderungen an. Sie traten gehäuft bei Patienten auf, die in der Anamnese rezidivierende Kniegelenkergüsse angaben.

10.3.2 Patellatyp und C.p.

Seit den Arbeiten von Wiberg 1941 werden die Kniescheiben nach ihrer ossären Form typisiert. Er teilte sie nach Lage der Crista pat. in die Typen I - III, Baumgartl (1964) erweiterte sie um die Typen II/III und IV und Ficat fügte noch einige Raritäten hinzu, die Kiesel-, Hemi- und Halbmondpatella. Viele Autoren schlossen von den knöchernen Formen auf Inkongruenzen im p.f.G., besonders auf der med. Seite (5, 29, 46, 94, 101, 102) Der Wiberg Typ I galt als normal, alle anderen als dysplastisch. Der Begriff der Normalität orientierte sich nicht mehr an der Häufigkeit. Nach Baumgartl haben 89 % der Bevölkerung Patellatypen II, II/III, III, nach Baumann u. Leichs (1976) 85,7 %, nach Reider et al. (1981) (81) 76 %. Nicht nur diese Häufigkeiten, sondern auch gezielte Untersuchungen von Baumann u. Leichs, Insall (1979), Schlenzka u. Mitarb. (1978), Hassenpflug u. Hertel (1980) u.a., die keine Korrelation zwischen Patellatyp und C.p. feststellen konnten, lassen Zweifel an der Zweckmäßigkeit dieser Einteilung aufkommen.

Hehne u. Mitarb. (1981) bestimmten die patello-femoralen Kontaktflächen und fanden keine Korrelation zwischen diesen und den ossären Patellatypen. Auf tangentialen Nativaufnahmen können nur die ossären Formen beurteilt werden, die gelenkbildenden Flächen werden aber vom

Knorpel gebildet. Dem med. First zwischen odd facet und paramedianem Segment kommt eine besondere Bedeutung in Hinsicht auf die Kongruenz im p.f.G. zu. Er gleicht die Inkongruenz aus, die röntgenologisch med. zu sehen ist. Hungerford et al. (1976) fanden immer einen med. Knorpelfirst, der nach ihrer Meinung ossär nicht vormodelliert war. Reichelt und Mitarb.(1979) fanden in 46 % einen knöchern nicht vorgebildeten First. Unter den Aufnahmebedingungen, wie sie am Anfang beschrieben wurden, war es fast immer möglich, medial einen knöchernen First zu sehen. Daß das in diesem Fall so gut möglich war, schreibe ich dem Umstand zu, daß die Apex pat. im Durchschnitt um ca. 2 - 3 mm nach unten geneigt war. So wird der distale Abschnitt der Pat. randbildend, und der First stellt sich gut dar (Abb.22 u. 25). Der First ist an der Apex pat. am stärksten ausgeprägt, verflacht dann und ist im proximalen Drittel der Pat. nicht mehr zu sehen. Kippt die Patellaspitze etwas nach oben, so wird der First von anderen ossären Strukturen überlagert und ist kaum zu sehen. Stougard (1975) betonte schon, daß durch Neigung der Pat. um die transversale Achse Patellaabschnitte verschwinden oder deutlicher hervortreten können (Abb.41).

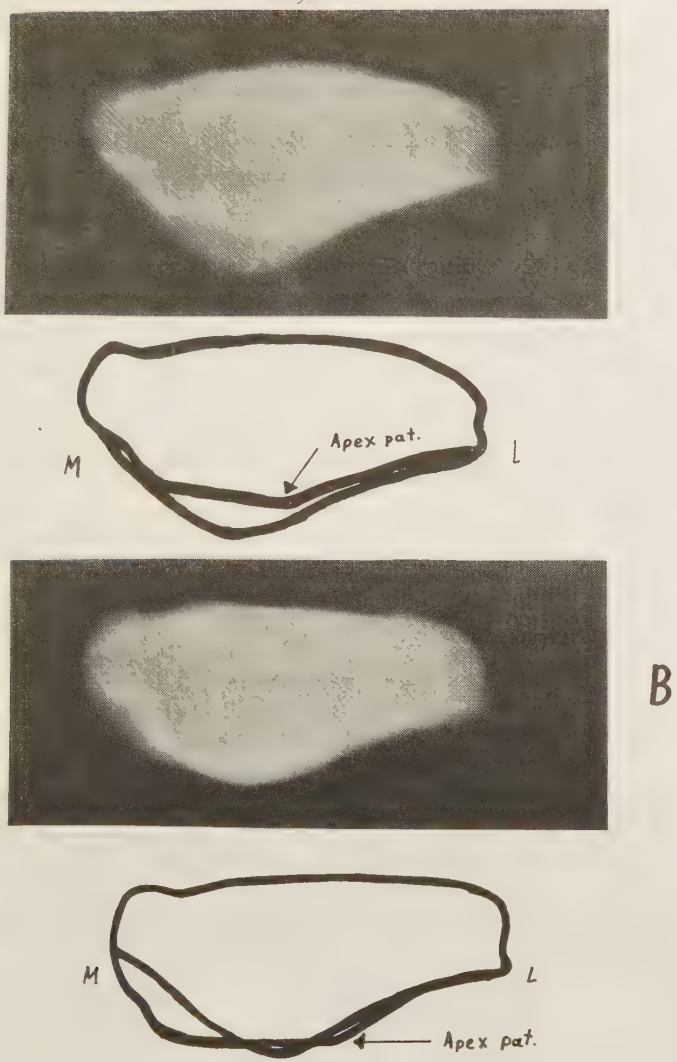


Abb.41: Neigung der Patella um die transversale Achse ohne Rotation, (bei Neigung der Apex pat. nach unten (B) zeigt sich die med. Schulter

Beim Baumgartl Typ IV ist per definitionem dieser med. First knöchern vorhanden. Da durchweg alle Kniescheiben diesen First hatten, erübrigte sich eine Einteilung nach diesem Typ.

In dieser Untersuchung zeigten sich keine hohen positiven Korrelationen zwischen Patellatyp und C.p..

Ficat gibt zu den einzelnen Patellatypen noch Winkelgrade an. Sie beziehen sich auf den Facettenwinkel. Leider gibt er nicht an, ob er den Winkel proximal oder distal an der Pat. gemessen hat. Die Untersuchung an Leichenknien weist große Unterschiede auf, der proximale Facettenwinkel ist durchschnittlich 20° kleiner als der distale. Der Mittelwert des Facettenwinkels des proximalen Abschnittes beträgt 129° +/- 7,4°, zwischen den Gruppen zeigen sich keine sign. Unterschiede. Hehne u. Mitarb. (1981) beschreiben einen Facettenwinkel von 124° +/- 8°.

Insgesamt ist zur Bewertung der Patellatypen folgendes zu sagen : die ossären Patellaformen, bestimmt auf Nativaufnahmen, lassen keinen direkten Rückschluß zu auf Inkongruenzen im p.f.G., da die artikulierenden Teile vom Knorpel gebildet werden. Der med. First wird als sinnvolle Anpassung der Pat. an ihre Funktion angesehen (Abb.42).

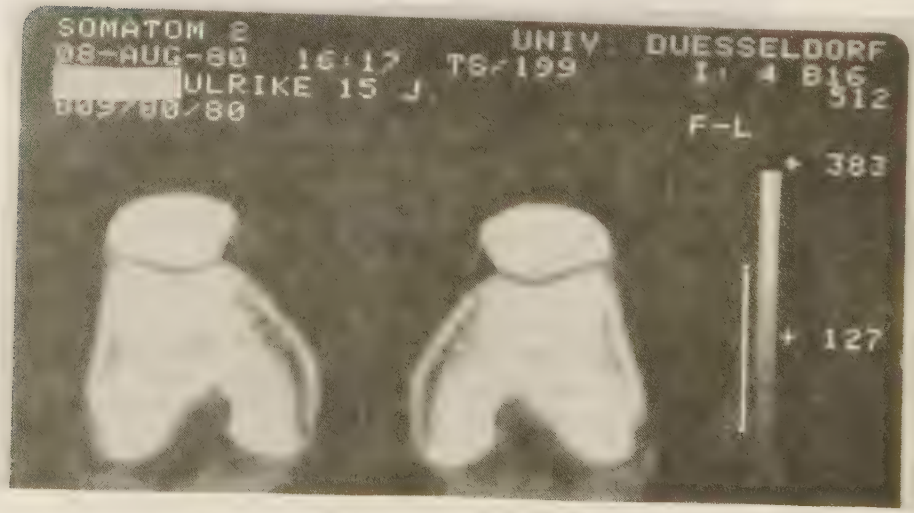


Abb.42: ct. Aufnahme bei 30° Beugung;
es zeigt sich, wie wichtig der med. First für eine gute Kongruenz ist

10.3.3 Tiefenindex

Der Tiefenindex mißt die Tiefe der gelenkbildenden Teile im Verhältnis zur Breite der Pat. und ist ein Maß für die Seitenstabilität der Pat. (Abb.21). Der Quotient ist abhängig von der Neigung der Pat.. Ist die Basis nach oben geneigt, so stellt sich die Tiefe der Basis zu klein dar, der Quotient ergibt einen zu großen Wert; ist sie nach unten geneigt, wird der Quotient zu klein gemessen. Dies zeigte sich deutlich beim Hoch- bzw. Tiefstand der Pat.. Der Mittelwert, bei dem der Einfluß der Neigung annähernd ausgeschaltet wurde, lag bei 3,8. Ficat gibt einen Mittelwert von 3,9 (3,6 - 4,2) an. Der Mittelwert des Tiefenindexes der Knie mit rezidivierenden Luxationen lag bei 4,3. Das war zu erwarten, weil dieser Index ein Maß für den Seitenhalt der Pat. ist, je größer der Wert ist, desto geringer der Seitenhalt.

10.3.4 Trochleaöffnungswinkel

Der Trochleaöffnungswinkel stimmte im Mittel mit 141° +/- 6,2 gut mit den Angaben in der Literatur überein. (Abb.16). Ficat hält ihn bis 143° für normal (Brattström 141° - 143° zit. nach Ficat and Hungerford 1977, Merchant et al. (1974) 138° +/-6°, Hehne u. Mitarb. (1981) 138° +/-6°). Der Wert der Kontrollgruppe lag mit 139° zur Gruppe der Patienten mit 142° etwas niedriger. Der Mittelwert der Knie mit rezidivierenden Luxationen lag mit 146° deutlich oberhalb des Mittelwertes der Kontrollgruppe in einem Bereich, der nach Ficat and Hungerford (1977) eine Dysplasie der Trochlea anzeigt. Bei allen Winkeleinstellungen von 45° nach 90° wurde auch der Trochleaöffnungswinkel bestimmt. Es zeigte sich, daß der Winkel der tangential getroffenen Trochlea immer gleich blieb.

Ganz anders verhielt es sich bei den ct. Aufnahmen von 0° und 30° Beugung mit und ohne Quadrizepsanspannung. Die ct. Aufnahmen liefern optisch senkrechte

Schnitte durch das Knie und zwar immer in Höhe der Pat.. In Streckstellung steht die Pat. am Trochleaeingang. Der Trochleaöffnungswinkel betrug 154°. Die Anspannung des Quadrizeps bewirkte ein Höherrutschen der Pat., der Trochleaöffnungswinkel wurde noch größer. Bei 30° Beugung wird ein distaleres Stück der Trochlea getroffen. Der Winkel war deutlich kleiner (130°). Das ließ sich bei allen Knie zeigen, gesunden wie kranken. Das bestätigt, daß die Trochlea in ihrem Anfangsteil recht stumpfwinkelig ist und weiter distal sich verschmälert. Die Absolutwerte zwischen ct. und tangentialen Aufnahmen können nicht verglichen werden, da die Projektionsverhältnisse ganz unterschiedlich sind.

10.3.5 Kongruenzwinkel

Der Kongruenzwinkel ist ein Maß für die zentrale Lage der Pat. (Abb.17). Die Messung wurde nach einer von Merchant et al. (1974) vorgeschlagenen Methode vorgenommen. Die Werte der gesunden Knie bewegen sich von +9° bei 45° Beugung nach +2,5° bei 90°. Merchant fand im Durchschnitt von 200 normalen Knien einen Wert von +6° (STD 11) bei 45° Beugung. Der Kongruenzwinkel wurde zum basalen Teil der Crista pat. gemessen. Es zeigte sich, daß dieser Teil med. der Winkelhalbierenden lag. Im t-Test wurde deutlich, daß es bei Beugung von 45° nach 60° bzw. 90° zu einer sign. Lateralverschiebung der gesunden Pat. kommt (lat. shift). Die Werte der Kniescheiben mit C.p. lagen zwischen +14° bei 45°und +9,5° bei 90°. Sie waren durchweg größer und bei 60° und 90° Beugung rechts wird der Signifikanzwert von 0,05 unterschritten, d. h., bei stärkerer Beugung liegt die Basis der kranken Kniescheibe weiter med..
Der prinzipielle Bewegungsablauf war ähnlich, es kam auch zu einer sign. lat. Verschiebung, wenn auch nicht zwischen 45° und 60°, so doch zwischen 45° und 90°, also erst bei größeren Beugedifferenzen.

Wie zu erwarten war, waren deutlichere Verschiebungen der Pat. im Bereich von 0° und 30° zu sehen. Bei 0°

war sie mit -32° deutlich nach lat. verschoben. Die Anspannung des Quadrizeps verstärkt sign. die lat. Tendenz. Delgado-Martins (1979) betont, daß die Pat. bei Streckung in 87 % lateralisiert ist und bei Anspannung in 96 %. Bei der Beugung von 0° nach 30° kommt es zur Zentrierung der Pat., der Mittelwert liegt bei +2°. Despontin et Thomas (1978) schreiben, daß der Null-Punkt zwischen 25° und 35° Beugung erreicht wird. Zwischen gesunden und kranken Knien der Patienten gibt es keine nennenswerten Unterschiede. Es lassen sich auf Grund des unterschiedlichen Bewegungsverhaltens 5 Gruppen der kranken Knie unterscheiden :

- keine Unterschiede zu gesunden Patientenknien

- verstärkte Lateralisation
  es kommt zwar bei Beugung von 0° nach 30° zur med. Verschiebung der Pat., aber die Crista bleibt lat. der Winkelhalbierenden (in 18 Fällen)

- überschießende Medialisation
  bei 30° Beugung ist der Kongruenzwinkel größer als +10° (in 27 Fällen)

- reduzierte Beweglichkeit
  die Streuung der Einzelwerte um den Mittelwert ist kleiner als 22 (in 13 Fällen)

- verstärkte Beweglichkeit
  die Streuung ist größer als 40 (in 10 Fällen)

10.3.6 Patellakippung

Die Patella-Tilt ist eine Kippung der Pat. um die Längsachse (Abb.18). Sign. Unterschiede zwischen Kontroll- und Patientengruppe bestanden auf der rechten Seite. Links waren die Unterschiede nicht so stark ausgeprägt, jedoch waren die qualitativen Veränderungen gleich: die Kniescheiben der Patienten waren stärker nach med. gekippt als die der Kontrollgruppe. Während der Beugung veränderte sich die Kippung der Pat. wie folgt : von 45° bis 60° kam es zu einer Abnahme des Patella-Tilt-Winkels, d. h., die Pat. kippte nach med.; von 60° nach 90° kehrte sich die Bewegung um, die Pat. kippte nach lat.. Der Bewegungsablauf von gesunden und kranken Knien war gleich nur auf einem unterschiedlichen Niveau, die Knie mit C.p. waren stärker nach med. gekippt. Diese Messungen bezogen sich auf die horizontale Referenzlinie. Um rotatorische Effekte des Femur auszuschalten, wird der Winkel der Kondylendifferenz und der Pat.-Tilt-Winkel addiert. Da der Höherstand der lat. Kondyle positive Werte und der nach lat. offene Winkel der Pat.-Tilt negative Werte bekam, gibt die Addition den Winkel zwischen Kondylen und Pat. an (Abb.18). Es zeigt sich dabei, daß die Unterschiede zwischen rechts und links auf rotatorischen Veränderungen beruhen. Das linke Femur ist durchweg stärker nach innen rotiert als das rechte. Die höher stehende lat. Kondyle bewirkt eine geringere lat. Kippung der Pat..

Diese Transformation verändert nicht die ursprüngliche Aussage, daß die Knie mit C.p. durchweg stärker nach med. gekippt sind als die gesunden. Auch die Umkehrung des Bewegungsablaufes der pat. Kippung von 60° nach 90° war rotatorisch bedingt. Es kommt zu einer kontinuierlichen Abnahme des Winkels von 14° nach $12{,}2^{\circ}$ bzw. bei C.p. von $11{,}3^{\circ}$ nach $9{,}6^{\circ}$. Delgado-Martins (1980) zeigte an 24 Knien die Abnahme der Pat.-Tilt bei Beugung von 30° - 90° von 12° nach $9{,}4^{\circ}$.

Bei den computertomographischen Aufnahmen waren deutliche Unterschiede zu sehen. Bei der Beugung von 0^{o} nach 30^{o} kam es zur deutlichen Zunahme des Pat.-Tilt-Winkels. Die Kondylendifferenz verhielt sich genau umgekehrt, dabei kam es zur sign. Abnahme. Die Addition von Pat.-Tilt-Winkel und dem Winkel der Kondylendifferenz zeigt sich Folgendes : schalten wir den Einfluß der Rotation des Femur aus, so sehen wir eine deutliche Abnahme des Pat.-Tilt-Winkels.

10.3.7 Rotation

Unter Rotation der Pat. versteht man eine Lageveränderung um die Achse, die senkrecht auf der Patellamitte steht (Abb.23). Übereinkunftsgemäß wird die Drehung der Apex pat. nach med. als med. Rotation bezeichnet. Uthéza et Puget (1977) geben ein qualitatives Zeichen an, das die med. Rotation auf Défilée-Aufnahmen anzeigen soll: das Auftauchen eines Schattens unter der med. Facette, das sog. Rotationsdreieck. Als morphologisches Äquivalent hat das Rotationsdreieck den First, der die odd facet vom paramedianen Segment trennt.

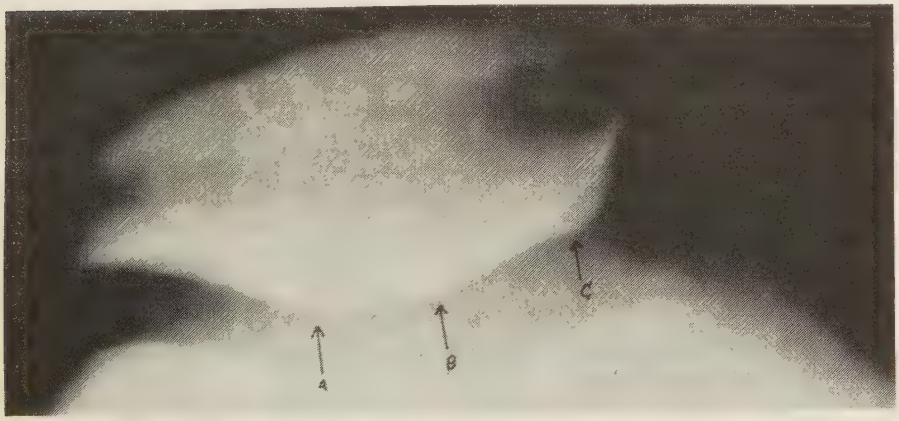


Abb.43: Lat. Rotation (med. ist deutlich der First zwischen odd facett und paramedianem Segment zu sehen)
A = distale Begrenzung, B = proximale Begr.
C = sog. "Rotationsdreieck"

Wie zu sehen ist, tritt das Dreieck bei diesen Projektionsverhältnissen auch bei lateraler Rotation auf; es kann also, wenn überhaupt, nur mit Einschränkungen als ein Zeichen für die med. Rotation angesehen werden.

Die Neigung der Pat. (Abb.42) um die transversale Achse hat auch Einfluß auf das Rotationsdreieck.

Sikorski et al. (1979) benutzen den Patellaindex von Brattström, den Quotienten aus der Breite der lat. Facette zur med., um die Rotation zu beschreiben. Sie deuten die Zunahme des Quotienten als lat. Rotation. Sie nehmen an, daß die Breite der Facette, die von der Strahlenquelle weg bewegt wird, zunimmt. Dieses widerspricht aber den Gesetzen der zentralen Projektion. Eigene Untersuchungen an Leichenknien ergaben keine deutlichen Veränderungen bei der Rotation (siehe Kapitel 9) Das lag hauptsächlich an zwei Punkten:

- Unsicherheit in der Festlegung des Teilungspunktes von med. und lat. Facette.

Es bieten sich 3 Möglichkeiten an, der tiefste Punkt des apikalen oder basalen Endes der Crista pat. oder der Schnittpunkt der am stärksten sklerosierten Linien.

- Veränderung der peripheren Begrenzungspunkte

Durch die Rotation bedingt, bilden immer andere Punkte die äußere Begrenzung der Facetten. Es ist daher eine unzulässige Vereinfachung zu sagen, die Facette komme bei Rotation näher zur Strahlenquelle oder entferne sich und werfe dadurch einen größeren bzw. kleineren Schatten (Abb.24).

Demgegenüber mißt der Abstand des apikalen zum basalen Ende der Crista direkt die Rotation. Die Werte können nicht als absolut aufgefaßt werden wegen der Projektionsverhältnisse (Abb.32). Bei 60° und 90° sind die Mittelwerte der Kontrollgruppe sign. kleiner als die der Patientengruppe und im t-Test zeigt sich eine

sign. Abnahme des Abstandes bei der Kontrollgruppe, wohingegen der Abstand der Patientengruppe gleichbleibt; d. h.,
gesunde Kniescheiben rotieren nach med.,
Kniescheiben mit C.p. zeigen keine Rotation.

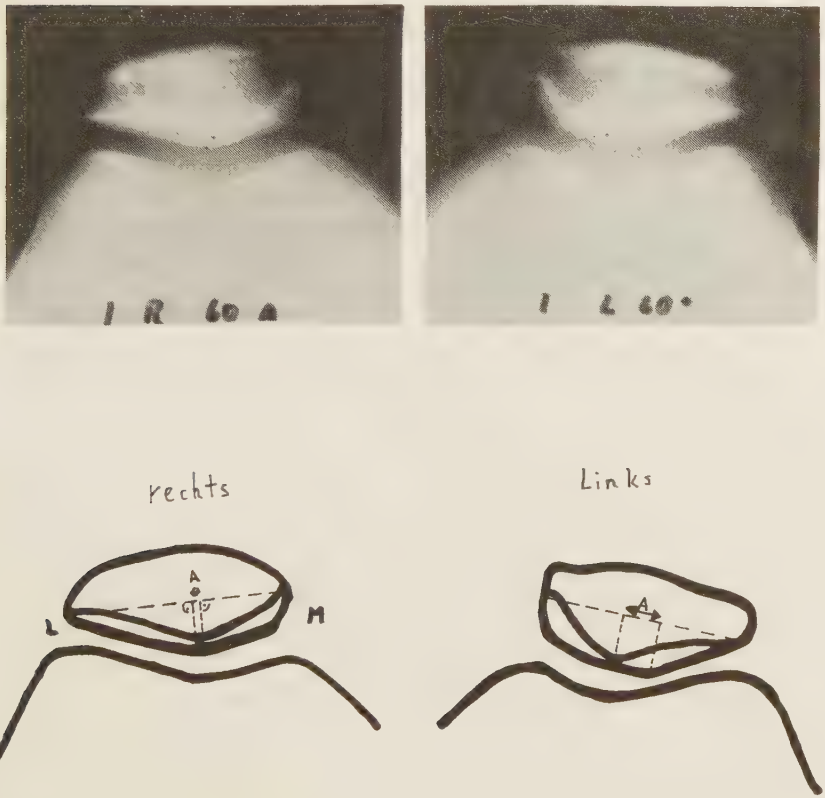


Abb.44: Rotation
im Verhältnis zum linken Knie (L, mit C.p.) rechts (R, ohne C.p.) deutlich kleinerer Abstand (A), relative med. Rotation der Pat. ohne C.p.

Uthéza et Puget (1976) halten die med. Rotation für eine essentielle Voraussetzung für eine gute Kongruenz im p.f.G..

10.3.8 Neigung

Die Neigung der Pat. ist die Lageveränderung um die transversale Achse (Abb.23). Es kam durchweg zu einer Neigung der Patellaspitze nach unten, bis auf die Knie mit Pat. alta. Zwischen den Mittelwerten der einzelnen Gruppen bestanden keine sign. Unterschiede; wohl aber ließen sich im Bewegungsablauf der einzelnen Gruppen sign. Unterschiede feststellen. So kam es bei den Kniescheiben mit C.p. zwischen 60° und 90° Beugung zu einer sign. Zunahme der Neigung, wohingegen sich die gesunden so gut wie nicht veränderten.

Kölbel u. Mitarb. (1979) halten das unterschiedliche intraindividuelle Neigungsverhalten für ein pathognomonisches Zeichen der C.p..

10.3.9 Kondylendifferenz

Die Kondylendifferenz ist ein Maß für die femorale Rotation (Abb.18). Zwischen 0° und 30° bzw. 60° und 90° Beugung kam es zur sign. Abnahme des Winkels, d. h., das Femur rotierte nach außen. Verwertbare Unterschiede zwischen gesunden Knien und Knien mit C.p. traten nicht auf (siehe auch pat. Kippung).

10.4 Einfluß der Quadrizepsanspannung auf die Lage der Pat.

Auf den ct. Aufnahmen ist bei 0° eine sign. Abnahme des Kongruenzwinkels zu sehen unter Quadrizepsanspannung, die Pat. wird durch den Muskelzug nach lat. gezogen. Es zeigen sich bei 30° Beugung wie auch auf den Défilé-Aufnahmen bei 45° kaum noch Unterschiede. Die Mittelwerte der Kondylendifferenz nehmen bei 30° und 45° leicht zu, ohne sign. zu sein. Die Pat.-Tilt nimmt unter Quadrizepsanspannung bei 0° leicht zu und bei 30° leicht ab (kein sign. Unterschied), bei 45° zeigt sich keine Veränderung. Die Neigung und Rotation bleiben bei 45° unbeeinflußt von der Quadrizepsanspannung.

Insgesamt kann gesagt werden, daß der Einfluß des Quadrizeps im Beugungsbereich unter 30° am größten ist. Bei 30° und besonders bei 45° (darüberhinaus können keine Angaben gemacht werden, weil die Vergleichsmöglichkeiten fehlen) zeigt die Anspannung kaum noch Veränderungen. Die Pat., wenn sie in die Trochlea eingetreten ist, scheint kaum noch Freiheitsgrade zu haben, auf die der Qudrizeps Einfluß nehmen könnte. Die Erwartungen an die dynamischen Funktionsaufnahmen konnten nicht ganz erfüllt werden.

10.5 Lageveränderung der Pat. während der Beugung von 0° nach 90°.

In Streckstellung hat nur der untere Pol der Pat. Kontakt mit der Trochlea. Unter Anspannung des Quadrizeps rutscht sie proximalwärts und nach lateral auf das supratrochleare Fettpolster. Von dieser lat. Position gleitet sie bei Beugung in die Trochlea unter gleichzeitiger Verschiebung nach med.. Zwischen 30° und 45° liegt das Maximum der med. Verschiebung (bei Pat. baja bei geringerer Beugung und bei Pat. alta bei größeren Beugegraden), von da ab driftet die Pat. kontinuierlich nach lat.. Die Lateralbewegung wurde in Relation zur Incisura intercondyloidea gemessen. Da diese selbst schräg nach unten außen gerichtet ist, schwenkt die Pat., absolut oder auf die Tuberositas tibiae bezogen, wesentlich stärker nach lat.. Diese lat. Verschiebung ist mit einer med. Rotation der gesunden Pat. verknüpft, besonders ausgeprägt zwischen 45° und 60°. Dieses wird als sinnvoller Vorgang angesehen zur Ökonomisierung der Zug- und Druckkräfte. Die Pat. stellt sich bei größeren Beugegraden in die Hauptzugkomponente des Quadrizeps (von proximal lat. nach distal med.). Dies reduziert den Q-Winkel, und die nach lat. ziehende Kraft wird verringert. Kniescheiben mit C.p. verhalten sich anders. Sie stehen sign. medialer und sind stärker nach lat. rotiert. Der größere Kongruenzwinkel bei Kniescheiben mit C.p. kann zum Teil auch auf die stärkere lat. Rotation zurückgeführt werden. Der Kongruenzwinkel wurde immer zum proximalen Teil der Pat. gemessen. Bei lat. Rotation dreht die Spitze nach lat. u./o. die Basis kann nach med. verschoben werden.

Die pat. Tilt nimmt in Relation zu den Femurkondylen bei Beugung von 0° nach 90° ab, besonders stark zwischen 0° und 30°. Die Kniescheiben mit C.p. sind auf den Défilé-Aufnahmen durchweg weniger nach lat. gekippt, vielleicht der Ausdruck eines höheren Anpressdruckes.

Die Neigung der gesunden Pat. bleibt während der Beugung bei dieser Anordnung des Röntgenverfahrens konstant. Die Kniescheiben mit C.p. neigen sich verstärkt mit der Spitze nach unten bei Beugung von 60° nach 90°. Bei dieser Beugung bilden die Flächen 2 und 5 den Kontakt, wo häufig chondropathische Veränderungen auftreten. Die ödematösen Veränderungen sind vielleicht für das unterschiedliche Neigungsverhalten verantwortlich.

Die Kondylendifferenz nimmt sign. zwischen 0° und 30° bzw. 60° und 90° ab, d. h., das Femur rotiert nach außen.

Dieser Bewegungsablauf der gesunden Kniescheiben bestätigte sich auch auf Videoaufnahmen von Leichenknien.

11. Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurden Struktur und Form des p.f.G. bestimmt, sowie Lageveränderungen der Pat. während der Beugung von 0° nach 90° an 220 Kniegelenken gemessen. 56 Knie dienten als Kontrollgruppe. Von den 164 Patientenknien litten 119 an C.p.. Die Aufnahmen bei 0° und 30° Beugung wurden computertomographisch angefertigt, bei 45°, 60° und 90° wurden Défilé-Aufnahmen gemacht. Die Röntgenbilder wurden auf einem Gestell durchgeführt, das Hille (1980) auf der 28. Jahrestagung der Vereinigung Südd. Orthop. vorstellte. Diese Anordnung erlaubt reproduzierbare Röntgenaufnahmen unter Anspannung des Quadrizeps, sog. dynamische Funktionsaufnahmen.

Zur metrischen Bestimmung der Rotation und Neigung der Pat. wird nach Überprüfung an Leichenkniescheiben ein neues Verfahren vorgeschlagen. Die Ergebnisse der Auswertung nach gesunden und kranken Kniescheiben legen einige Erklärungen in pathogenetischer Hinsicht nahe. Kniescheiben mit C.p. sind auf Défilé-Aufnahmen sign. stärker nach med. gekippt als gesunde, vielleicht der Ausdruck eines höheren Anpreßdruckes. Zwischen 60° und 90° kippen sie mit der Spitze nach unten (Neigung um die transversale Achse), wohingegen gesunde Pat. keine Veränderung zeigen. Bei diesen Beugegraden bilden die Flächen 2 und 5 den Kontakt, wo chondropathische Veränderungen am häufigsten auftreten. Die ödematösen Veränderungen können für das unterschiedliche Neigungsverhalten verantwortlich sein.

Von besonderem Interesse ist der Kongruenzwinkel und das rotatorische Verhalten. Es zeigt sich bei Kniescheiben mit C.p., daß der proximale Teil der Crista pat. sign. medialer steht (der Kongruenzwinkel ist

größer) und die Pat. insgesamt sign. stärker nach lat. rotiert ist als bei gesunden Knien. Es wird auf die Verknüpfung dieser beiden Messungen eingegangen. Es wird aufgezeigt, wie ungünstig sich dieses Verhalten der Patella auf Zug und Druckkräfte auswirkt. Nach erfolgloser konservativer Therapie bietet sich hierbei als chirurgisches Verfahren die Z-Plastik von Uthéza et Puget (1977) an.

Die Anspannung des Quadrizeps zeigt deutliche Veränderungen in Streckstellung, bei 30° nimmt der Einfluß auf die Lage der Pat. deutlich ab und bei größeren Beugegraden ist kaum ein Unterschied zwischen mit und ohne Anspannung zu sehen. Ab 30° wird die Pat. zunehmend von der Trochlea geleitet, so daß muskuläre Einflüsse die Lage der Pat. nur wenig verändern.

Die Computertomographie ermöglicht die röntgenologische Darstellung des p.f.G. in einem Bereich, der aus technischen Gründen mit Défilé-Aufnahmen nicht erreichbar ist, nämlich den zwischen 0° und 30° Beugung. Die Pat. ist in diesem Bereich noch nicht von der Trochlea geleitet, und muskuläre Einflüsse wirken sich deutlich aus. Der Trochleaöffnungswinkel, die Pat.-Tilt und der Kongruenzwinkel ändern sich deutlich.

Diese Röntgenverfahren können einerseits einige Erklärungen in pathogenetischer Hinsicht und andererseits auch Indikationen zu therapeutischem Handeln geben.

12. Anhang

Tab.1

Facettenwinkel

	X	STD
gesamte Population	128,8 (129,0)	7,4 (6,5)
Kontrollgruppe	127,5 (128,7)	8,4 (7,9)
Patientengruppe	129,4 (129,2)	6,9 (5,9)
gesund	130,3 (129,1)	5,9 (6,4)
krank	128,9 (129,2)	7,4 (5,8)

Varianzanalyse

	F	Sig
Kontrollgruppe Patientengruppe	1,3 (0,1)	0,25 (0,74)
Knie ohne C.p. Knie mit C.p.	0,01 (0,08)	0,91 (0,77)

In Klammern stehen jeweils die Werte für die linken Knie.

Tab. 2

Tiefenindex

	X	STD
gesamte Population	5,1 (5,2)	1,0 (0,8)
Kontrollgruppe	4,9 (5,1)	1,1 (0,6)
Patientengruppe	5,1 (5,2)	0,9 (0,9)
gesund	5,2 (5,3)	0.7 (1,1)
krank	5,1 (5,2)	1,0 (0,8)

Varianzanalyse

	F	Sig
Kontrollgruppe		
	1,1 (0,4)	0,29 (0,50)
Patientengruppe		
Knie ohne C.p.		
	0,2 (0,0)	0,65 (0,93)
Knie mit C.p.		

Tab. 3

Trochleaöffnungswinkel

R	45 o.A.		45 m.A.		60 m.A.		90 m.A.	
	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD
ges.Pop.	141,4	6,2 *	142,0	6,4 *	141,3	6,3 *	141,1	5,7
Kon.	139,3	6,4 *	140,5	6,1 *	140,0	5,3 *	139,9	5,0
ges.Pat.	142,3	6,0 *	142,7	6,4 *	141,9	6,8 *	141,6	5,9
gesund	142,9	6,3 *	143,4	7,4 *	142,6	7,7 *	142,0	7,8
krank	142,0	5,9 *	142,4	6,0 *	141,5	6,3 *	141,3	4,8

L	45 o.A.		45 m.A.		60 m.A.		90 m.A.	
	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD
ges.Pop	141,4	6,3 *	141,8	6,1 *	141,1	6,3 *	141,0	5,5
Kon.	140,4	6,6 *	140,6	6,2 *	140,1	6,4 *	139,6	5,4
ges.Pat.	141,8	6,2 *	142,3	6,0 *	141,5	6,3 *	141,5	5,5
gesund	141,7	6,7 *	142,2	6,3 *	141,1	6,8 *	141,4	5,0
krank	141,8	6,0 *	142,3	6,0 *	141,6	6,2 *	141,6	5,7

Varianzanalyse

	Kontroll - Patienten			Kn.m.C.p. - Kn.o.C.p.	
	F	Sig		F	Sig
45 o.A.	4,7 (0,9)	0,03 (0,30)	*	0,7 (0,5)	0,40 (0,49)
45 m.A.	2,2 (1,3)	0,14 (0,24)	*	0,2 (0,6)	0,64 (0,42)
60 m.A.	1,5 (0,8)	0,20 (0,35)	*	0,1 (0,7)	0,81 (0,39)
90 m.A.	1,6 (2,3)	0,19 (0,13)	*	0,2 (1,2)	0,68 (0,26)

Abkürzungen :

R = rechte Knie; L = linke Knie;
o.A. = ohne Anspannung des Quadrizeps
m.A. = mit "
ges. Pop. = gesamt Population, Kon. = Kontrollgruppe, ges. Pat. = gesamte Patientenknie

Tab. 4

Kongruenzwinkel

R	45 o.A.		45 m.A.		60 m.A.		90 m.A.	
	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD
ges.Pop.	11,9	13,7 *	12,5	12,7 *	10,3	11,8 *	8,4	12,4
Kon.	8,8	9,8 *	9,5	9,1 *	5,1	8,4 *	3,2	8,7
ges.Pat.	13,3	14,9 *	13,9	13,9 *	12,4	12,4 *	10,5	13,1
gesund	11,3	13,3 *	11,5	15,8 *	11,3	15,4 *	9,6	13,2
krank	14,3	15,8 *	15,1	13,0 *	13,0	10,7 *	10,9	13,2

L	45 o.A.		45 m.A.		60 m.A.		90 m.A.	
	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD
ges.Pop.	11,5	14,2 *	10,8	14,7 *	7,0	16,4 *	5,5	15,2
Kon.	8,8	8,6 *	7,5	9,4 *	4,0	12,0 *	1,9	8,1
ges.Pat.	12,7	15,9 *	12,4	16,5 *	8,2	17,8 *	6,9	17,1
gesund	10,6	13,5 *	10,1	16,9 *	8,0	14,2 *	4,1	14,5
krank	13,5	16,8 *	13,3	16,5 *	8,3	19,0 *	7,9	17,9

Varianzanalyse

	Kontroll - Patienten			Kn.o.C.p. - Kn.m.C.p.	
	F	Sig		F	Sig
45 o.A.	2,0 (1,4)	0,16 (0,24)	*	2,2 (1,7)	0,14 (0,19)
45 m.A.	2,3 (2,0)	0,13 (0,16)	*	3,1 (2,2)	0,08 (0,14)
60 m.A.	8,2 (1,3)	0,00 (0,25)	*	4,6 (0,6)	0,03 (0,40)
90 m.A.	7,2 (2,2)	0,01 (0,13)	*	3,7 (2,8)	0,06 (0,09)

T-Test

	Kontrollgr.			Knie mit C.p.	
	T	Sig		T	Sig
45 o.A.-45 m.A.	-0,7 (0,8)	0,46 (0,42)	*	-0,7 (-0,5)	0,46 (0,62)
45 o.A.-60 m.A.	3,5 (3,5)	0,00 (0,00)	*	0,7 (1,7)	0,50 (0,09)
45 o.A.-90 m.A.	3,5 (5,5)	0,00 (0,00)	*	1,9 (1,9)	0,06 (0,06)
45 m.A.-60 m.A.	3,5 (2,7)	0,00 (0,01)	*	1,4 (1,9)	0,16 (0,06)
45 m.A.-90 m.A.	5,0 (4,3)	0,00 (0,00)	*	2,4 (1,3)	0,02 (0,19)
60 m.A.-90 m.A.	1,3 (1,7)	0,19 (0,10)	*	1,5 (0,2)	0,13 (0,84)

Tab. 5

Kippung

R	45 o.A.		45 m.A.		60 m.A.		90 m.A.	
	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD
ges.Pop.	8,8	6,4 *	7,9	6,3 *	6,8	6,0 *	7,4	5,4
Kon.	11,7	5,0 *	10,6	3,9 *	9,2	4,2 *	10,2	3,7
ges.Pat.	7,7	6,6 *	6,6	6,8 *	5,8	6,4 *	6,3	5,6
gesund	8,4	6,3 *	7,2	7,6 *	7,3	6,5 *	7,2	5,4
krank	7,3	6,8 *	6,3	6,5 *	5,1	6,3 *	5,8	5,7

L	45 o.A.		45 m.A.		60 m.A.		90 m.A.	
	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD
ges.Pop.	5,7	5,2 *	4,7	4,9 *	4,8	5,4 *	5,0	5,0
Kon.	6,0	4,6 *	5,2	4,8 *	4,9	5,3 *	5,5	5,3
ges.Pat.	5,5	5,5 *	4,5	5,0 *	4,7	5,5 *	4,8	4,9
gesund	5,2	6,6 *	4,7	6,2 *	5,2	5,8 *	5,0	5,2
krank	5,6	5,1 *	4,4	4,7 *	4,5	5,5 *	4,8	4,8

Varianzanalyse

	Kontroll - Patienten			Kn.o.C.p. - Kn.m.C.p.	
	F	Sig		F	Sig
45 o.A.	7,7 (0,2)	0,01 (0,67)	*	4,9 (0,0)	0,03 (0,90)
45 m.A.	8,0 (0,4)	0,01 (0,52)	*	4,6 (0,3)	0,03 (0,55)
60 m.A.	6,7 (0,3)	0,01 (0,86)	*	7,7 (0,2)	0,01 (0,65)
90 m.A.	11,8 (0,3)	0,00 (0,55)	*	8,2 (0,3)	0,00 (0,61)

T-Test

	Kontrollgr.			Pat.gr.	
	T	Sig		T	Sig
45 o.A.-45 m.A.	1,7 (1,3)	0,10 (0,20)	*	3,0 (3,6)	0,00 (0,00)
45 o.A.-60 m.A.	4,1 (1,6)	0,00 (0,13)	*	3,2 (0,4)	0,00 (0,67)
45 o.A.-90 m.A.	2,7 (0,4)	0,01 (0,69)	*	2,3 (0,2)	0,02 (0,88)
45 m.A.-60 m.A.	2,5 (0,4)	0,01 (0,70)	*	0,7 (-1,9)	0,51 (0,06)
45 m.A.-90 m.A.	0,8 (-0,6)	0,40 (0,53)	*	0,1 (-1,5)	0,89 (0,13)
60 m.A.-90 m.A.	-2,1 (-1,4)	0,05 (0,17)	*	-1,2 (-0,3)	0,23 (0,76)

Tab. 6

Rotation

R	45 o.A.		45 m.A.		60 m.A.		90 m.A.	
	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD
ges.Pop.	5,2	2,6 *	5,4	2,7 *	5,0	2,8 *	4,7	2,9
Kon.	5,8	2,6 *	5,3	2,8 *	3,8	2,5 *	3,6	2,7
ges.Pat.	5,0	2,7 *	5,4	2,7 *	5,4	2,8 *	5,2	2,9
gesund	5,5	2,7 *	5,5	2,8 *	5,8	2,4 *	4,9	2,6
krank	4,8	2,6 *	5,4	2,8 *	5,2	3,0 *	5,3	3,0

L	45 o.A.		45 m.A.		60 m.A.		90 m.A.	
	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD
ges.Pop	5,0	3,1 *	4,8	2,9 *	4,5	3,2 *	4,4	3,6
Kon.	5,0	2,6 *	4,8	2,5 *	3,3	2,2 *	3,0	2,6
ges.Pat.	5,1	3,3 *	4,8	3,1 *	4,9	3,4 *	5,0	3,8
gesund	4,1	3,5 *	3,5	2,4 *	3,7	3,2 *	3,0	2,6
krank	5,4	3,2 *	5,3	3,2 *	5,4	3,3 *	5,6	3,9

Varianzanalyse

	Kontroll - Patienten			Kn.o.C.p. - Kn.m.C.p.	
	F	Sig		F	Sig
45 o.A.	1,5 (0,0)	0,22 (0,92)	*	2,4 (1,2)	0,12 (0,27)
45 m.A.	0,0 (0,0)	0,82 (0,99)	*	0,0 (2,5)	0,98 (0,11)
60 m.A.	6,5 (5,0)	0,01 (0,02)	*	0,7 (9,6)	0,40 (0,00)
90 m.A.	6,2 (6,2)	0,01 (0,01)	*	3,9(15,3)	0,05 (0,00)

T-Test

	Kontrollgr.			Patientengr.	
	T	Sig		T	Sig
45 o.A.-45 m.A.	1,5 (0,6)	0,14 (0,53)	*	-1,9 (1,2)	0,06 (0,24)
45 o.A.-60 m.A.	6,6 (4,3)	0,00 (0,00)	*	-1,6 (0,6)	0,11 (0,55)
45 o.A.-90 m.A.	6,3 (4,3)	0,00 (0,00)	*	-0,7(-0,4)	0,51 (0,68)
45 m.a.-60 m.A.	5,0 (5,1)	0,00 (0,00)	*	0,1(-0,2)	0,91 (0,82)
45 m.A.-90 m.A.	5,4 (5,4)	0,00 (0,00)	*	0,6(-0,9)	0,52 (0,36)
60 m.A.-90 m.a.	0,9 (1,8)	0,35 (0,08)	*	1,1(-0,5)	0,29 (0,65)

Tab. 7

Neigung

R	45 o.A.		45 m.A.		60 m.A.		90 m.A.	
	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD
ges.Pop.	3,5	3,2	3,4	3,2	3,5	3,2	3,9	3,4
Kon.	3,6	2,6	3,6	2,5	3,8	2,3	3,8	2,6
ges.Pat.	3,4	3,4	3,3	3,5	3,3	3,5	4,0	3,7
gesund	3,7	3,1	3,9	3,3	3,8	3,2	4,3	3,4
krank	3,3	3,6	3,1	3,6	3,1	3,7	3,8	3,9

L	45 o.A.		45 m.A.		60 m.A.		90 m.A.	
	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD
ges.Pop.	3,5	3,1	3,4	3,2	3,7	3,1	4,2	3,2
Kon.	3,5	2,4	3,3	2,5	3,6	2,2	3,5	2,5
ges.Pat.	3,5	3,4	3,5	3,5	3,8	3,4	4,5	3,5
gesund	3,4	3,6	3,5	3,5	4,3	3,1	5,1	3,5
krank	3,5	3,4	3,5	3,5	3,6	3,6	3,6	4,3

Varianzanalyse

	Kontroll - Patienten			Kn.o.C.p. - Kn.m.C.p.	
	F	Sig		F	Sig
45 o.A.	0,0 (0,0)	0,87 (0,93)	*	0,2 (0,0)	0,67 (0,96)
45 m.A.	0,1 (0,1)	0,75 (0,75)	*	0,8 (0,1)	0,38 (0,80)
60 m.A.	0,5 (0,0)	0,49 (0,87)	*	1,2 (0,2)	0,27 (0,62)
90 m.A.	0,0 (1,7)	0,90 (0,18)	*	0,1 (0,0)	0,76 (0,85)

T-Test

	Kontrollgr.			Patientengr.	
	T	Sig		T	Sig
45 o.A.-45 m.A.	0,2 (1,2)	0,87 (0,26)	*	0,2 (-0,4)	0,82 (0,69)
45 o.A.-60 m.A.	-1,4 (0,2)	0,18 (0,87)	*	-1,1(-2,6)	0,25 (0,01)
45 o.A.-90 m.A.	-1,2 (0,3)	0,26 (0,73)	*	-3,8(-5,3)	0,00 (0,00)
45 m.A.-60 m.A.	-1,4 (-1,1)	0,18 (0,29)	*	-2,2(-2,8)	0,03 (0,01)
45 m.A.-90 m.A.	-1,6 (-0,8)	0,13 (0,41)	*	-4,8(-5,2)	0,00 (0,00)
60 m.A.-90 m.A.	-0,2 (0,6)	0,86 (0,56)	*	-3,8 (4,2)	0,00 (0,00)

Tab. 8

Kondylendifferenz

R	45 o.A.		45 m.A.		60 m.A.		90 m.A.	
	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD
ges.Pop.	3,4	6,2 *	3,8	6,0 *	4,7	5,8 *	3,2	5,2
Kon.	2,0	4,8 *	2,8	4,4 *	3,3	4,5 *	2,1	4,5
ges.Pat.	4,0	6,7 *	4,3	6,6 *	5,3	6,2 *	3,6	5,4
gesund	3,7	5,5 *	4,4	6,2 *	4,1	5,7 *	2,9	5,0
krank	4,1	7,3 *	4,3	6,9 *	5,8	6,4 *	3,9	5,6

L	45 o.A.		45 m.A.		60 m.A.		90 m.A.	
	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD
ges.Pop.	6,5	5,7 *	7,1	5,9 *	6,4	5,6 *	5,0	5,5
Kon.	8,0	4,2 *	8,4	4,5 *	8,3	4,6 *	6,3	5,7
ges.Pat.	5,8	6,2 *	6,5	6,4 *	5,7	5,9 *	4,5	5,4
gesund	6,5	8,6 *	7,2	8,7 *	6,0	6,5 *	4,9	5,9
krank	5,6	5,1 *	6,2	5,5 *	5,5	5,7 *	4,4	5,2

Varianzanalyse

	Kontroll - Patienten			Kn.o.C.p. - Kn.m.C.p.	
	F	Sig		F	Sig
45 o.A.	1,8 (2,7)	0,18 (0,10)	*	1,0 (2,2)	0,31 (0,14)
45 m.A.	1,2 (1,9)	0,27 (0,17)	*	0,4 (1,8)	0,53 (0,18)
60 m.A.	2,2 (4,5)	0,14 (0,03)	*	3,4 (2,7)	0,07 (0,10)
90 m.A.	1,6 (2,1)	0,21 (0,15)	*	1,9 (1,5)	0,16 (0,22)

T-Test

	Kontrollgr.			Patientengr.	
	T	Sig		T	Sig
45 o.A.-45 m.A.	-1,5 (-0,3)	0,14 (0,78)	*	-1;6 (-2,4)	0,10 (0,02)
45 o.A.-60 m.A.	-2,0 (0,3)	0,05 (0,76)	*	-1,8 (2,0)	0,07 (0,05)
45 o.A.-90 m.A.	-0,1 (2,8)	0,89 (0,01)	*	0,7 (3,2)	0,48 (0,00)
45 m.A.-60 m.A.	-0,9 (0,7)	0,35 (0,46)	*	-0,8 (3,9)	0,42 (0,00)
45 m.A.-90 m.A.	1,1 (3,5)	0,28 (0,00)	*	1,7 (4,5)	0,09 (0,00)
60 m.A.-90 m.A.	2,7 (4,0)	0,01 (0,00)	*	4,7 (3,6)	0,00 (0,00)

Tab. 9

Trochleaöffnungswinkel (CT)

R	0 o.A.			0 m.A.			30 o.A.			30 m.A.	
	X	STD		X	STD		X	STD		X	STD
ges.Pop.	152,4	10,5	*	155,5	10,8	*	130,6	13,8	*	128,8	13,5
gesund	154,1	9,8	*	159,1	9,5	*	133,3	13,1	*	130,6	11,6
krank	151,8	10,6	*	154,1	11,2	*	129,5	14,2	*	128,1	14,1

L	0 o.A.			0 m.A.			30 o.A.			30 m.A.	
	X	STD		X	STD		X	STD		X	STD
ges.Pop.	155,8	11,5	*	157,4	9,6	*	133,8	13,1	*	134,6	14,5
gesund	151,6	15,5	*	155,1	12,1	*	130,3	13,7	*	127,8	14,4
krank	157,5	9,2	*	158,2	8,7	*	134,8	12,9	*	137,6	13,7

Varianzanalyse

Knie ohne C.p. - Knie mit C.p.

	F			Sig	
0 o.A.	0,5	(2,9)	*	0,48	(0,09)
0 m.A.	2,1	(0,9)	*	0,15	(0,33)
30 o.A.	0,7	(1,1)	*	0,39	(0,30)
30 m.A.	0,3	(5,0)	*	0,56	(0,03)

T-Test

	gesund				krank			
	T		Sig		T		Sig	
0 o.A.- 0 m.A.	-3,4	(-2,3)	0,00	(0,04) *	-2,0	(-0,4)	0,05	(0,63)
0 o.A.-30 o.A.	5,7	(4,9)	0,00	(0,00) *	8,3	(12,4)	0,00	(0,00)
0 o.A.-30 m.A.	5,3	(6,9)	0,00	(0,00) *	10,1	(8,1)	0,00	(0,00)
0 m.A.-30 o.A.	6,9	(6,2)	0,00	(0,00) *	9,1	(11,1)	0,00	(0,00)
0 m.A.-30 m.A.	6,6	(6,5)	0,00	(0,00) *	9,8	(8,1)	0,00	(0,00)
30 o.A.-30 m.A.	1,4	(0,7)	0,18	(0,49) *	1,5	(-0,4)	0,13	(0,72)

Tab. 10

Kongruenzwinkel (CT)

R	0 o.A.			0 m.A.			30 o.A.			30 m.A.	
	X	STD		X	STD		X	STD		X	STD
ges.Pop.	-31,7	21,9	*	-55,8	16,5	*	2,6	17,4	*	-1,3	20,2
gesund	-28,8	18,5	*	-55,1	17,4	*	2,0	15,7	*	3,7	17,7
krank	-32,7	23,2	*	-56,1	16,4	*	2,8	18,3	*	-3,4	20,9

L	0 o.A.			0 m.A.			30 o.A.			30 m.A.	
	X	STD		X	STD		X	STD		X	STD
ges.Pop.	-31,6	25,5	*	-58,0	18,1	*	2,1	16,4	*	-2,4	23,2
gesund	-20,3	26,2	*	-50,6	27,0	*	4,1	12,8	*	-0,6	26,1
krank	-36,0	24,2	*	-60,7	12,9	*	1,5	17,5	*	-3,2	22,3

Varianzanalyse

	Knie ohne C.p.			Knie mit C.p.	
	F			Sig	
0 o.A.	0,3	(4,4)	*	0,57	(0,04)
0 m.A.	0,0	(3,3)	*	0,85	(0,07)
30 o.A.	0,0	(0,2)	*	0,87	(0,63)
30 m.A.	1,2	(0,1)	*	0,27	(0,73)

T-Test

	gesund				krank			
	T		Sig		T		Sig	
0 o.A.- 0 m.A.	5,5	(7,6)	0,00	(0,00) *	7,8	(7,4)	0,00	(0,00)
0 o.A.-30 o.A.	-5,6	(-3,1)	0,00	(0,01) *	-8,5	(-7,4)	0,00	(0,00)
0 o.A.-30 m.A.	-5,2	(-3,2)	0,00	(0,00) *	-6,6	(-6,8)	0,00	(0,00)
0 m.A.-30 o.A.	-10,5	(-5,6)	0,00	(0,00) *	-15,4	(-17,1)	0,00	(0,00)
0 m.A.-30 m.A.	-9,1	(-6,8)	0,00	(0,00) *	-12,3	(-14,4)	0,00	(0,00)
30 o.A.-30 m.A.	-0,5	(0,1)	0,61	(0,96) *	1,7	(1,3)	0,10	(0,21)

Tab. 11

Patellakippung (CT)

R	0 o.A.		0 m.A.		30 o.A.		30 m.A.	
	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD
ges.Pop.	1,6	8,4	3,7	10,2	8,5	8,0	6,4	8,1
gesund	2,8	6,2	3,1	7,1	6,8	6,8	5,6	7,5
krank	1,1	9,1	3,9	11,3	9,2	8,4	6,7	8,4

L	0 o.A.		0 m.A.		30 o.A.		30 m.A.	
	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD
ges.Pop.	0,7	8,6	2,3	8,6	6,4	7,2	4,5	8,6
gesund	0,9	10,3	2,6	9,7	7,3	5,9	2,8	5,5
krank	0,6	8,9	2,2	8,3	6,1	7,6	5,2	9,6

Varianzanalyse

	Knie ohne C.p. - Knie mit C.p.			
	F		Sig	
0 o.A.	0,4	(0,0)	0,52	(0,92)
0 m.A.	0,1	(0,0)	0,79	(0,89)
30 o.A.	0,8	(0,2)	0,36	(0,62)
30 m.A.	0,2	(0,7)	0,69	(0,39)

T-Test

	gesund				krank			
	T		Sig		T		Sig	
0 o.A.- 0 m.A.	-0,2	(-0,5)	0,82	(0,62)	-2,5	(-1,3)	0,02	(0,20)
0 o.A.-30 o.A.	-2,2	(-2,5)	0,05	(0,03)	-5,8	(-4,7)	0,00	(0,00)
0 o.A.-30 m.A.	-1,4	(-0,3)	0,19	(0,73)	-3,8	(-3,8)	0,00	(0,00)
0 m.A.-30 o.A.	-2,0	(-1,6)	0,07	(0,14)	-2,8	(-3,3)	0,01	(0,00)
0 m.A.-30 m.A.	-1,3	(0,2)	0,22	(0,88)	-1,3	(-2,7)	0,21	(0,01)
30 o.A.-30 m.A.	0,8	(1,8)	0,43	(0,11)	2,1	(0,4)	0,04	(0,68)

Tab. 12

Patellaindex (CT)

R	0 o.A.		0 m.A.		30 o.A.		30 m.A.	
	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD
ges.Pop.	1,13	0,17 *	1,12	0,14 *	1,11	0,13 *	1,09	0,18
gesund	1,15	0,18 *	1,13	0,15 *	1,14	0,11 *	1,11	0,16
krank	1,13	0,17 *	1,11	0,14 *	1,10	0,14 *	1,08	0,19

L	0 o.A.		0 m.A.		30 o.A.		30 m.A.	
	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD
ges.Pop.	1,19	0,15 *	1,07	0,15 *	1,17	0,16 *	1,15	0,14
gesund	1,23	0,15 *	1,05	0,14 *	1,17	0,19 *	1,16	0,17
krank	1,18	0,14 *	1,07	0,15 *	1,17	0,15 *	1,14	0,13

Varianzanalyse

	Knie ohne C.p. - F			Knie mit C.p. Sig	
0 o.A.	0,19	(1,14)	*	0,66	(0,29)
0 m.A.	0,10	(0,15)	*	0,76	(0,70)
30 o.A.	0,60	(0,00)	*	0,43	(0,98)
30 m.A.	0,18	(0,08)	*	0,67	(0,78)

T-Test

	gesund			krank	
	T	Sig		T	Sig
0 o.A.- 0 m.A.	0,6 (3,8)	0,55 (0,00)	*	0,7 (3,6)	0,49 (0,00)
0 o.A.-30 o.A.	0,1 (1,1)	0,98 (0,29)	*	0,2 (0,4)	0,80 (0,65)
0 o.A.-30 m.A.	1,0 (0,9)	0,36 (0,36)	*	0,8 (1,3)	0,42 (0,20)
0 m.A.-30 o.A.	-0,3(-2,3)	0,75 (0,04)	*	0,0(-3,2)	1,00 (0,00)
0 m.A.-30 m.A.	0,8(-2,5)	0,45 (0,02)	*	0,3(-2,5)	0,77 (0,02)
30 0.A.-30 m.A.	0,9 (0,8)	0,39 (0,42)	*	0,3 (1,1)	0,77 (0,29)

Tab. 13

Kondylendifferenz (CT)

R	0 o.A.		0 m.A.		30 o.A.		30 m.A.	
	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD
ges.Pop.	20,6	7,4 *	20,3	7,2 *	7,7	6,4 *	7,2	7,9
gesund	21,4	5,7 *	21,3	6,1 *	9,0	6,4 *	10,4	7,4
krank	20,3	8,0 *	19,9	7,6 *	7,2	6,4 *	5,8	7,8

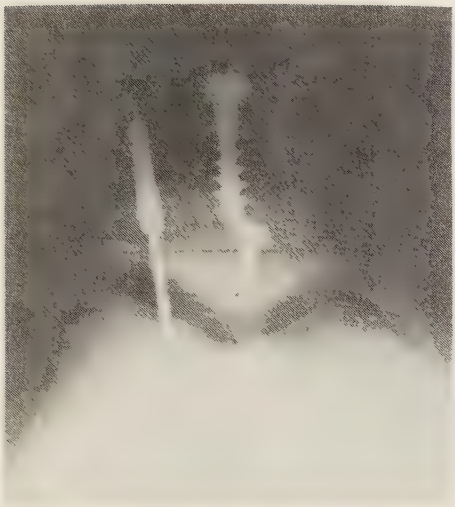
L	0 o.A.		0 m.A.		30 o.A.		30 m.A.	
	X	STD	X	STD	X	STD	X	STD
ges.Pop.	21,9	7,6 *	21,3	7,9 *	9,5	6,1 *	9,3	6,7
gesund	18,6	8,3 *	18,3	10,4 *	6,4	6,0 *	8,2	8,5
krank	23,1	7,0 *	22,3	6,6 *	10,5	5,9 *	9,8	5,8

Varinanzanalyse

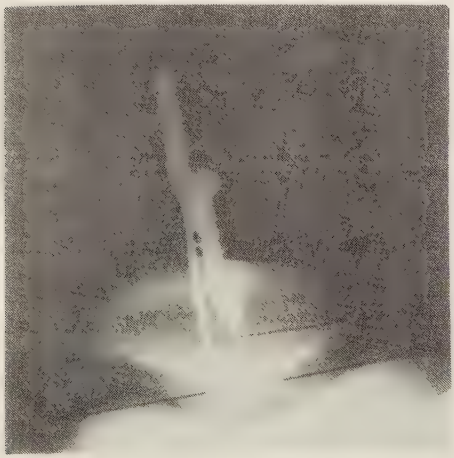
	Knie ohne C.p.	-	Knie mit C.p.
	F		Sig
0 o.A.	0,2 (-3,8)	*	0,64 (0,06)
0 m.A.	0,4 (-2,7)	*	0,53 (0,10)
30 o.A.	0,8 (-4,3)	*	0,38 (0,04)
30 m.A.	3,5 (-0,5)	*	0,07 (0,46)

T-Test

	gesund			krank	
	T	Sig		T	Sig
0 o.A.- 0 m.A.	0,1 (0,2)	0,94 (0,82)	*	0,7 (1,0)	0,46 (0,33)
0 o.A.-30 o.A.	5,6 (5,7)	0,00 (0,00)	*	10,3 (10,6)	0,00 (0,00)
0 o.A.-30 m.A.	4,7 (4,5)	0,00 (0,00)	*	8,7 (9,6)	0,00 (0,00)
0 m.A.-30 o.A.	5,3 (4,2)	0,00 (0,00)	*	10,2 (10,8)	0,00 (0,00)
0 m.A.-30 m.A.	4,3 (4,2)	0,00 (0,00)	*	9,0 (9,9)	0,00 (0,00)
30 o.A.-30 m.A.	-1,1 (0,2)	0,30 (0,80)	*	1,5 (1,1)	0,14 (0,28)



A



B

Anhang Abb.1 :

Unterschenkel fixiert, Zug am Vastus med., kleine Schraube sitzt apikal, große basal in der Patella, der Stab steckt in der Tuberositas tibiae. Es zeigt sich bei Beugung von ca. 30° (A) nach ca. 90° (B) : Außenrotation des Femur, lat. Schwenkung der Pat. (lat. shift), Abnahme des Winkels zwischen Pat. und Femurkondylen; beim Zug am V. med. ist die Pat. leicht nach med. rotiert (kleine Schraube steht med.).

A

B

Anhang Abb.2 :

Unterschenkel fixiert, Zug am Vastus lat.,
bei ca. 30° Beugung (A) ist die Pat. lat. rotiert,
bei stärkerer Beugung (B) leichte med. Rotation

A

B

Anhang Abb.3 :

Oberschenkel fixiert, bei Beugung von ca. 30° (A) nach ca. 90° (B) kommt es zur deutlichen Innenrotation der Tibia (Stab wandert nach med.).

13. Literaturverzeichnis

1. ABERNETHY,P.J.;TOWNSEND,P.R.;ROSE,R.M.; RADIN,E.L.

Is chondromalacia patellae a separate clinical entity? J. Bone Joint Surg. 60-B:205, 1978

2. AHLBÄCK,S.;MATTSSON,S.

Patella alta and gonarthrosis. Acta Radiol. Diagn. 19:578, 1978

3. ALEMAN,O.

Chondromalacia posttraumatica patellae. Acta Chir. Scand.,63:149, 1928

4. BANDI,W.

Chondromalacia patellae und femoro-patellare Arthrose. Helv. Chir. Acta, Supp. 1:3, 1972

5. BANDI,W.

Die retropatellaren Kniegelenkschäden. in Aktuelle Probleme der Chir. u. der Orthop., Nr.4, Huber Verlag 1977

6. BAUMANN,D.;LEICHS,L.

Retinaculumspaltung (Indikation, Technik, Ergebnisse). Hefte zur Unfallheilkunde, 127:168, 1976

7. BAUMGARTL,F.

Das Kniegelenk. Berlin, Springer-Verlag, 1964

8. BERNAGEAU,J.;GOUTALLIER,D.,DEBEYRE,J.;FERRANÉ,J.

Nouvelle technique d`exploration de l`articulation fémoro-patellaire. Rev. Chir. Orthop., 61 Suppl.2:286, 1975

9. BERNAU,A.

Tübinger Lagerungsgerät für Défilé-Aufnahmen der Patella. Z. Orthop., 119:78, 1981

10. BLUMENSAAT,C.

Die Lageabweichungen und Verrenkungen der Kniescheibe. Ergeb. Chir. Orthop., 31:149, 1938

11. BOGNER,G.

Die Chondropathia patellae bei verschiedenen Erkrankungen der Kniegelenke. Orthop. Praxis, 16:489, 1980

12. BRONITSKY,J.

Chondromalacia patellae. J. Bone Joint Surg., 29:931, 1947

13. BÜDINGER,K.

Über traumatische Knorpelrisse im Kniegelenk. Dtsch. Z. Chir., 92:510, 1908

14. DELGADO-MARTINS,H.

A study of the position of the patella using computerised tomography. J. Bone Joint Surg., 61-B:443, 1979

15. DELGADO-MARTINS,H.

The bicondylo-patellar angle as a measure of patellar tilting. Arch. Orthop. Traumat. Surg., 96:303, 1980

16. DESPONTIN,J.;THOMAS,P.

Réflexions sur l`étude de l`articulation fémoro-rotulienne par la méthode des tomographies axiales transversales computérisées. Acta Orthop. Belg., 44:857, 1978

17. DONELSON,R.G.;TOMAIUOLI,M.

Intra-articular dislocation of the patella. J. Bone Joint Surg., 61-A:615, 1979

18. DUSTMANN,H.O.;PUHL,W.;SCHULITZ,K.P.

Knorpelveränderungen beim Hämarthros unter besonderer Berücksichtigung der Ruhigstellung. Arch. orthop. Unfall-Chir., 71:148, 1971

19. FICAT,P.;FICAT,C.;Bailleux,A.

Syndrome d`hyperpression externe de la rotule (S.H.P.E.). Rev. Chir. Orthop., 61:39, 1975

20. FICAT,R.P.;HUNGERFORD,D.S.

Disorders of the patello-femoral joint. Baltimore, Williams and Wilkins 1977

21. FICAT,P.

Le début de l'arthrose. Rev. Chir. Orthop., 63:323, 1977

22. FICAT,R.P.;PHILIPPE,J.;HUNGERFORD,D.S.

Chondromalacia patellae : a system of classification. Clin. Orthop. Rel. Research, 144:55, 1979

23. FISCHER,L.P.;GUYOT,J.;GONON,G.P.; CARRET,J.P.;COURCELLES,P.;DAHHAN,P.

The role of the muscles and ligaments in stabilization of the knee joint. Anat. Clinica., 1:43, 1978

24. FRANKE,K.

Überlastungsfolgen am Kniegelenk - Möglichkeiten der operativen Therapie. Orthopäde, 9:198, 1980

25. FRÜND,H.

Traumatische Chondropathie der Patella, ein selbständiges Krankheitsbild. Zenttrlbl. Chir., 53:707, 1926

26. FÜRMAIER,A.;BREIT,A.

Über die Röntgenologie des Femoro-Patellargelenkes mit besonderer Berücksichtigung der Chondropathia patellae. Arch. Orthop. Unfallchir.,45:126, 1952

27. GLIMET,T.;MASSÉ,J.-P.;RYCKEWAERT,A.

Etude radiologique des genoux indolores de 50 hommes de plus de 65 ans. J. Radiol., 61:803, 1980

28. GOODFELLOW,J.;HUNGERFORD,D.S.;ZINDEL,M.

Patello-femoral joint mechanics and pathology. 1. Funktional anatomy of the patello-femoral joint. J. Bone Joint Surg., 58-B:287, 1976

29. GOODFELLOW,J.;HUNGERFORD,D.S.;WOODS,C.

Patello-femoral joint mechanics and pathology. 2. Chondromalacia patellae. J. Bone Joint Surg., 58-B:291, 1976

30. GOYMANN,V.

Die Biomechanik des patellofemoralen Gleitweges. Orthop. Praxis, 16:451, 1980

31. GRUBER,M.A.

The conservative treatment of chondromalacia patellae. Orthop. Clin. North Am.,10:105, 1979

32. HAGLUND,P.

Die hintere Patellakontusion. Zentrablt. Chir., 53:1757, 1926

33. HASSENPFLUG,J.;HERTEL,F.

Das Röntgenbild des Kniescheibengleitweges bei Chondropathia patellae. Orthop. Praxis, 16:502, 1980

34. HEHNE,H.J.;SCHLAGETER,M.S.;HULTZSCH,W.;RAU,W.S.

Experimentelle patello-femorale Kontaktflächenmessungen. Z. Orthop., 119:167, 1981

35. HEIPERTZ,W.;MARONNA,U.

Ergebnisse der Entlastungsoperation nach Maquet - Bandi bei Chondropathia patellae. Z. Orthop., 113:787, 1975

36. HEJGAARD,N.;SKIVE,L.;PERRILD,C.

Recurrent dislocation of the patella. Acta Orthop. Scand.,51:673, 1980

37. HENCHE,R.

Abrasio patellae (Indikation, Technik, Ergebnisse). Hefte zur Unfallheilkunde, 127:156, 1976

38. HENCHE,H.R.;KÜNZI,H.U.;MORSCHER,E.

The areas of contact pressure in the patellofemoral joint. Inter. Orthop., 4:279, 1981

39. HILLE,E.

Dynamische Funktionsaufnahmen des femoropatellaren Gleitlagers. Vortrag auf 28. Jahrestagung der Vereinigung Südd. Orthop., Baden-Baden, 1980

40. HUNGERFORD,D.S.;GOODFELLOW,J.W.

Femoropatellare Kontaktzonen und ihre Beziehung zur Chondromalazie. Z. Orthop., 113:784, 1975

41. HUNGERFORD,D.S.;BARRY,M.

Biomechanics of the patellofemoral joint. Clin. Orthop. Rel. Research, 144:9, 1979

42. INSALL,J.;SALVATI,E.

Patella position in the normal knee joint. Radiology, 101:101, 1971

43. INSALL,J.;FALVO,K.A.;WISE,D.W.

Chondromalacia patellae. J. Bone Joint Surg., 58-A:1, 1976

44. INSALL,J.

Chondromalacia patellae : Patellar malalignment syndrome. Orthop. Clin. North Am., 10:117, 1979

45. JACOBSON,K.;BERTHEUSSEN,K.

The vertical location of the patella. Acta Orthop. Scand., 45:436, 1974

46. JANSSEN,G.

Zur Ätiologie der Patellaluxation. Z. Orthop., 116:656, 1978

47. JUDET,J. et H.;MASSARE,Cl.

Le scanner dans l'exploration des malpositions rotuliennes. Chirurgie, 105:535, 1979

48. JUNGMICHEL,D.

Diagnostik und Therapie der Chondropathia patellae. Beitr. Orthop. u. Traumatol., 27:193, 1980

49. KALLIO,K.E.

Chondromalacia of the patella. Ann. Chir. et Gyn. Fenn.,36:173, 1947

50. KARLSON,S.

Chondromalacia patellae. Acta Chir. Scand., 83:347, 1940

51. KAUFER,H.

Patellar biomechanics. Clin. Orthop. Rel. Research, 144:52, 1979

52. KIESSELBACH,A.

Die Seitenzugkomponenten des Musculus quadrizeps und ihre Bedeutung für die Patella bei gestrecktem und gebeugtem Knie. Morphol. Jb., 94:452, 1955

53. KIESSELBACH,A.

Anatomische Bemerkungen zur Verlagerung der Ansatzstelle des Ligamentum patellae bei Patellarluxation. Z. Orthop. Grenzgeb., 87:240, 1956

54. KNUTSSON,F.

Über die Röntgenologie des Femoropatellargelenkes sowie eine gute Projektion für das Kniegelenk. Acta Radiol., 22:371, 1941

55. KOCHS,W.

Anatomische Untersuchungen der Kniescheibe und des zugehörigen femoralen Gleitlagers bei Chondromalazie, mit besonderer Berücksichtigung der Bedeutung der Plica synovialis mediopatellaris für das patello-femorale Gelenk. Diss. Düsseldorf 1979

56. KÖLBEL,R.;BERGMANN,G.;ROHLMANN,A.

Eine Röntgenaufnahmetechnik zur reproduzierbaren Darstellung des femoropatellaren Gleitlagers (FPG). Z. Orthop., 117:60, 1979

57. KÖNIG

Diskussionsbeitrag, Arch. Klin. Chir., 138:230, 1925

58. KRAHL,H.

"Jumper`s Knee" - Ätiologie, Differentialdiagnose und therapeutische Möglichkeiten. Orthopäde, 9:193, 1980

59. KULOWSKI,J.

Chondromalacia of the patella. J. A. M. A., 100:1837, 1933

60. LÄWEN,A.

Knorpelresektion bei fissuraler Knorpeldegeneration der Patella - eine Frühoperation der Arthritis deformans. Beitr. Klin. Chir., 134:265, 1925 ; Über Knorpelresektion bei traumatischen Gelenkstörungen. Arch. Klin. Chir., 138:222, 1925

61. LANGLOTZ,M.;ZOLLINGER,H.

Welchen Beitrag kann die Radiologie zur Diagnose der Chondropathia patellae leisten ? Orthop. Praxis, 16:497, 1980

62. LAURIN,C.A.;DUSSAULT,R.;LEVESQUE,H.P.

The tangential X-ray investigation of the patellofemoral joint. Clin. Orthop. Rel. Research, 144:16, 1979

63. LEVINE,J.

A new brace for chondromalacia and kindred conditions. Am. J. Sport Med., 6:137, 1978

64. LEVINE,J.;SPLAIN,S.

Use of the infrapatella strap in the treatment of patellofemoral pain. Clin. Orthop. Rel. Research, 139:179, 1979

65. LIEB,F.;PERRY,J.

Quadrizeps function. J. Bone Joint Surg., 53-A:749, 1971

66. LÖER,F.;STENBOCK-FERMOR,N.;WULFF,K.D.

Anwendungsmöglichkeiten der Computertomographie in der Orthopädie. Z. Orthop., 119:222, 1981

67. LUND,F.;TELHAG,H.

Content and synthesis of nucleic acids in the cartilage in chondromalacia patellae. Acta Orthop. Scand., 49:535, 1978

68. LUND,F.;NILSSON,B.E.

Anterior displacement of the tibial tuberosity in chondromalacia patellae. Acta Orthop. Scand., 51:679, 1980

69. MACH,J.

Die operative Therapie der Chondropathia patellae im Rahmen der Gonarthrosebehandlung. Beitr. Orthop. u. Traumatol., 25:564, 1978

70. MANSAT,C.;DUBOUREAU,L.;CHA,P.;DORBES,R.

Déséquilibre rotulien et instabilité rotatoire externe du genou. Rev. Rhumatisme, 44:115, 1977

71. MAQUET,P.

Biomechanische Aspekte der Femur-Patella-beziehungen. Z. Orthop., 112:620, 1974

72. MAU,H.

Chondropathia patellae. Z. Orthop.. 118:208, 1980

73. MBARUK,A.

Traumatische Chondropathia patellae, ihre versicherungsmedizinische Bedeutung bei Begutachtung als Unfallfolge - Therapie. Beitr. Orthop. u. Traumatol., 27:217, 1980

74. MERCHANT,A.C.;MERCER,R.L.;JACOBSEN,R.H.;COOL,C.R.

Roentgenographic analysis of patellofemoral congruence. J. Bone Joint Surg.,56-A:1391, 1974

75. MINNS,R.J.;BIRNIE,A.J.M.;ABERNETHY,P.J.

A stress analysis of the patella, and how it relates to patellar articular cartilage lesions. J. Biomechanics, 12:699, 1979

76. OWEN,R.;GOODFELLOW,J.;BULLOUGH,P.

Scientific foundationsof orthopaedics and traumatology. William Heinemann Medical Books LTD, 1980

77. PAAR,O.

Zur Problematik der Chondropathia patellae. Unfallheilkunde, 81:694, 1978

78. RAU,W.S.;KAUFFMANN,G.

Röntgendiagnostik des Knorpelschadens am Kniegelenk. Radiologe, 18:451, 1978

79. REFIOR,H.J.;HACKENBROCH,M.H.jun.

Die Reaktion des hyalinen Gelenkknorpels unter Druck, Immobilisation und Distraktion. Hefte zur Unfallheilkunde, 127:23, 1976

80. REHN,J.;HIERHOLZER,G.;HALL,G.

Die Arthrose des Kniegelenkes und ihre Beziehungen zur Formvariante der Patella nach Wiberg. Mschr. Unfallheilk., 73:453, 1970

81. REICHELT,A.;HEHNE,H.J.;RAU,W.S.;
SCHLAGETER,M.

Die Doppelkontrastarthrographie bei der Chondropathia patellae - Klinische und experimentelle Studie zur Pathogenese und Diagnostik. Z. Orthop., 117:746, 1979

82. REIDER,B.;MARSHALL,J.L.;KOSLIN,B.;RING,B.;
GIRGIS,F.G.

The anterior aspect of the knee joint. J. Bone Joint Surg., 63-A:351, 1981

83. REIDER,B.;MARSHALL,J.L.;RING,B.

Patellar tracking. Clin. Orthop. Rel. Research, 157:143, 1981

84. ROGGATZ,J.

Schwierigkeiten in der klinischen Diagnostik der Chondropathie. Orthop. Praxis, 16:495, 1980

85. RÜTER,A.

Retropatellare Arthrose; Diagnose und Therapieübersicht. H. z. Unfallheilk., 127:137, 1976

86. SIKORSKI,J.M.;PETERS,J.;WATT,I

The importance of femoral rotation in chondromalacia patellae as shown by serial radiography. J Bone Joint Surg., 61-B:435, 1979

87. SILFVERSKIÖLD,N.

Chondromalacia of the patella. Acta Orthop. Scand., 9:214, 1938

88. SLOWICK,F.

Traumatic chondromalacia of the patella. N. Engl. J. Med., 213:160, 1935

89. SCHLENZKA,D.;SCHWESINGER,G.;PLEWKA,F.

zur Chondropathia patellae. Beitr. Orthop. u. Traumatol., 25:559, 1978

90. SCHNEIDER,P.G.

Das Patellaspitzensyndrom (PS-Syndrom). Dtsch. Z. Sportmed.,27, 1981

91. SCHULITZ,K.-P.;KLEIN,W.

Die Bedeutung der Rotationsinstabilität der Kniescheibe für die Entstehung der Chondromalazie. Orthop. Praxis, 16:481, 1980

92. SCHUMACHER,K.A.;GLÖCKNER,W.Th.;
MUTSCHLER,W.;RITTMEYER,K.

Zur Manifestation der Chondropathia patellae im Röntgennativbild. Fortschr. Röntgenstr., 131:636, 1979

93. STEEGER,D.;KNAPPMANN,J.

Die Chondropathia patellae, eine wichtige Differentialdiagnose zum Meniskusschaden im Fußballsport. Dtsch. Z. Sportmed., 306, 1978

94. STOUGARD,J.

Chondromalacia of the patella. Acta Orthop. Scand., 46:809, 1975

95. TILLMANN,B.;BRADE,H.

Morphologische und biomechanische Untersuchungen an der Facies articularis patellae. Orthop. Praxis, 16:462, 1980

96. TOFT,J.

Stress radiography of the patello-femoral joint. Mitteilung ans Institut, 1978

97. UTHÉZA,G.;PUGET,J.

Congruence fémoro-patellaire. Rev. Med. Toulouse, 12:365, 1976

98. UTHÉZA,G.;PUGET,J.

Chondromalacies rotuliennes par défaut de congruence rotatoire. Rev. Chir. Orthop. Suppl.II,62, 1977

99. VIERNSTEIN,K.;WEIGERT,M.

Chondromalazia patellae beim Leistungssportler. Z. Orthop., 104:432, 1968

100. VILLINGER,K.J.

Zur Patella - Chondropathie. Chirurg, 47:547, 1976

101. WIBERG,G.

Roentgenographic and anatomic studies on the femoro-patellar joint. Acta Orthop. Scand., 12:319, 1941

102. WILES,P.;ANDREWS,P.S.;DEVAS,M.B.

Chondromalacia of the patella. J. Bone Joint Surg., 38-B:95, 1956

103. ZOHLEN,E.

Chondropathia patellae, über ihre Bedeutung und ihr Wesen. Bruns Beitr. Klin. Chir., 174:69, 1942

Für die freundliche Überlassung des Themas und Korrektur der Arbeit danke ich Herrn Prof. Dr. med. K.- P. Schulitz.

Besonderer Dank gilt Herrn OA. Dr. med. E. Hille, der durch seine Anregungen und tatkräftige Unterstützung zum Gelingen der Arbeit beigetragen hat.

Tabellarischer Lebenslauf

Name:	Dieter Klaus Möller
Geburtstag:	4.5.1951
Konfession:	kath.
Eltern:	Arnold Möller, Stahlrevisor, und Margarete Möller, geb. Neermann, Buchhalterin
Ausbildung:	Volksschule an der Einsiedelstr. in Düsseldorf 1957-1962 Realschule an der Harffstr. in Düsseldorf 1962-1967 1971 Abitur am Aufbaugymnasium am Bonneshof Okt. 1971 - Dez. 1972 Bundeswehr- bzw. Ersatzdienstzeit 1973-1977 Überbrückung der Wartezeit auf einen Studienplatz in Medizin durch fünfsemestriges Chemiestudium und Krankenpflegeausbildung SS 1977 Aufnahme des Studiums in Medizin an der Universität Düsseldorf WS 78/79 Ärztliche Vorprüfung WS 79/80 1. Arztprüfung WS 81/82 2. Arztprüfung 7.4. u. 3.5.83 schriftlicher u. mündlicher Teil der 3. Arztprüfung

Seit Okt. 1974 bin ich verheiratet mit Hannelore Möller, geb. Lohrentz, Dipl. Psychologin.
Juli 1980 Geburt unseres Sohnes Thomas
Nov. 1981 Geburt unseres Sohnes Matthias

FOTODRUCK J. MAINZ – Telefon: (02 41) 2 73 05
Neupforte 13, Nähe Markt, 5100 Aachen